



## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>5</b>
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	5
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE .....	6
<b>3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>11</b>
3.1. ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	11
3.2. COMPONENTI AMBIENTALI .....	13
3.2.1. <i>COMPONENTE ATMOSFERA</i> .....	13
3.2.2. <i>COMPONENTE RUMORE</i> .....	15
3.2.3. <i>COMPONENTE VIBRAZIONI</i> .....	16
3.2.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i> .....	17
3.2.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i> .....	18
3.2.6. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i> .....	20
3.2.7. <i>COMPONENTE FAUNA</i> .....	21
3.2.8. <i>COMPONENTE ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO</i> .....	21
3.3. METODICHE DI RILEVAMENTO .....	23
3.3.1. <i>ATMOSFERA</i> .....	23
3.3.2. <i>RUMORE</i> .....	31
3.3.3. <i>VIBRAZIONI</i> .....	44
3.3.4. <i>COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI</i> .....	50
3.3.5. <i>COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE</i> .....	65
3.3.6. <i>COMPONENTE VEGETAZIONE</i> .....	73
3.3.7. <i>COMPONENTE FAUNA</i> .....	75
3.3.8. <i>ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO</i> .....	77
<b>4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>81</b>
4.1. COMPONENTE ANTROPICA.....	81
4.1.1. <i>ATMOSFERA</i> .....	81
4.1.2. <i>RUMORE</i> .....	85
4.1.3. <i>VIBRAZIONI</i> .....	90
4.2. COMPONENTE IDRICA .....	94
4.2.1. <i>ACQUE SUPERFICIALI ED ECOSISTEMI FLUVIALI</i> .....	94

4.2.2.	ACQUE SOTTERRANEE.....	102
4.3.	SETTORE NATURALE.....	108
4.3.1.	VEGETAZIONE .....	108
4.3.2.	FAUNA	109
4.3.3.	MONITORAGGIO DELLE SPECIE PROTETTE .....	110
4.3.4.	METODICHE DI RILEVAMENTO .....	111
4.3.5.	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....	116
4.3.6.	CADENZA DI MONITORAGGIO.....	118
4.3.7.	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO COMPLEMENTARI.....	119
4.4.	SETTORE ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO.....	119
<b>5.</b>	<b>ASPETTI ORGANIZZATIVI.....</b>	<b>133</b>
5.1.	STRUTTURA OPERATIVA.....	133
5.2.	PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLE CRITICITÀ .....	134
5.2.1.	CRITICITÀ DELLA COMPONENTE RUMORE.....	135
5.2.2.	CRITICITÀ DELLA COMPONENTE VIBRAZIONI .....	135
5.3.	PIANO DI CONTROLLO DELLE DISPOSIZIONI SPECIALI PER LE IMPRESE .....	136
<b>6.</b>	<b>SISTEMA INFORMATIVO .....</b>	<b>137</b>
6.1.	ARCHITETTURA DEL SISTEMA.....	138

## TAVOLE

- **Tav. 1:** Corografia generale scala 1:25.000
- **Tav. 2-3:** Ubicazione dei siti di monitoraggio, settore antropico scala 1:5.000
- **Tav. 4-5:** Ubicazione dei siti di monitoraggio, settore idrico scala 1:5.000
- **Tav. 6-7:** Ubicazione dei siti di monitoraggio, assetto fisico del territorio scala 1:5.000
- **Tav. 8-9:** Ubicazione dei siti di monitoraggio, settore naturale scala 1:5.000

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione generale del **Piano Integrato di Monitoraggio Ambientale** relativo al progetto di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A1 nel tratto **Firenze sud – Incisa Valdarno**, tra le progressive **km 300+737** (svincolo di Firenze sud) e **km 318+398** (spalla nord attuale viadotto Arno). L'intervento fa parte del più vasto piano di potenziamento dell'A1 avviato dalla Società Autostrade per l'Italia, le cui linee programmatiche sono definite dalla Convenzione del 1997 fra ANAS e la Società stessa.

L'intervento ha uno sviluppo complessivo di **circa 17,7 km** e ricade completamente all'interno della provincia di Firenze, interessando i comuni di Bagno a Ripoli, Rignano sull'Arno e Incisa Valdarno. Lungo il tratto in oggetto, si alternano due diverse tipologie di organizzazione della piattaforma autostradale: tratti con organizzazione (3+3), e precisamente (con riferimento alle progressive di progetto) : tra il km 0 (svincolo di Firenze Sud) ed il km 7+600 circa (inizio della variante San Donato); tra il km 11+500 circa (fine della variante San Donato) ed il km 17+070 (fine intervento); tratto con organizzazione [3+(2+2)], nei quali la direzione sud utilizza le due carreggiate esistenti (utilizzate in modo equidirezionale) e la direzione nord si sviluppa su un tratto in variante con 3 corsie di marcia (dal km 7+600 circa al km 11+500 circa, per un'estensione di 3,9 km circa, in corrispondenza della galleria di San Donato).

Il PMA è stato revisionato valutando il nuovo tracciato della Galleria San Donato con conseguente spostamento/eliminazione di alcuni siti di misura. La modifica progettuale si è resa necessaria al fine di recepire le osservazioni emerse dal confronto con gli Enti coinvolti in sede di Conferenza dei Servizi: in particolare tali sviluppi hanno evidenziato l'impossibilità di attuare il Progetto Definitivo nella versione pubblicata a Febbraio 2010, nello specifico per quanto riguarda la parte centrale della tratta in corrispondenza dell'attraversamento in sotterraneo delle gallerie San Donato.

Il presente Piano di Monitoraggio è stato predisposto contestualmente al progetto definitivo come prescritto dal Decreto di pronuncia di compatibilità ambientale espresso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (prot. n. **DSA/DEC/2008/1717** del 17.12.2008) che, sulla base del parere della Regione Toscana e delle risultanze della Conferenza dei Servizi, ha confermato la compatibilità ambientale del progetto e ha definito alcune prescrizioni sia in ambito costruttivo che per le attività di monitoraggio.

Il PMA recepisce inoltre tutte le integrazioni e/o osservazioni formulate dagli Enti e dal Ministero dell'Ambiente con nota del 27.01.2012 (**prot. DVA-2012-0002062**).

Inoltre in relazione alla Variante San Donato sono state recepite le prescrizioni del Dec. Via n.11 del 21/01/2015.

Il Piano viene definito integrato in quanto, come indicato nel Decreto VIA, deve essere concordato con l'ARPAT e perché nella sua definizione è stato assunto il principio generale di perseguire l'integrazione delle attività di monitoraggio ambientale specifiche con le attività svolte dalla stessa ARPAT a supporto degli Enti Pubblici competenti e sfruttando tutte le potenziali sinergie (localizzazione centraline fisse, programmi di indagine periodica, ecc.).

La presente revisione n.6 di marzo 2020 recepisce tutte le richieste formulate dal Comitato di Controllo.

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 tratto Firenze sud – Incisa Valdarno dell'autostrada A1 Milano – Roma – Napoli si colloca interamente entro la Provincia di Firenze, attraversando i comuni di Bagno a Ripoli, Rignano sull'Arno ed Incisa in Valdarno.

Il tracciato autostradale inizia a sud della città di Firenze, in comune di Bagno a Ripoli, attraversa quindi il torrente Ema all'altezza dell'abitato di S. Piero a Ema per dirigersi in salita verso il valico in corrispondenza dell'abitato di San Donato in Collina, lambendo gli abitati di Antella prima e Osteria Nuova poi.

Superato il valico di San Donato, con l'attraversamento in sotterraneo in corrispondenza delle omonime gallerie, il tracciato entra dapprima in comune di Rignano sull'Arno e successivamente in comune di Incisa Valdarno, caratterizzato dalla lunga discesa in sponda sinistra del fiume Arno, correndo di fatto parallelamente al tracciato della SP n.1 "Aretina", che interseca in corrispondenza dell'abitato di Palazzolo.

L'intervento si chiude quindi poco prima dell'attraversamento del Fiume Arno, in corrispondenza dell'omonimo viadotto.

In pratica il tratto in esame attraversa, mediamente, in senso circa ONO-ESE e poi, nell'ultima parte, in direzione vicina alla NO-SE, le ultime propaggini settentrionali dei Monti del Chianti. Più in generale la zona si pone a cavallo della catena del Pratomagno e dei Monti del Chianti, i quali costituiscono una dorsale-spartiacque diretta in senso N-S tra il Fiume Arno ed il suo importante tributario di sinistra Torrente Ema.

Dal punto di vista orografico si tratta di una zona di medio-bassa collina, le cui massime quote superano di poco i seicento metri, mentre quelle minime, all'altezza del Fiume Arno, superano di poco gli 80 metri s.l.m.

Nella parte settentrionale del tratto il tracciato attraversa l'estremità sud-orientale del bacino di Firenze, percorrendo, per poco, la valle del Torrente Ema, il quale è separato dall'Arno da modeste colline, dolcemente modellate, che raggiungono, al massimo, i 150 metri s.l.m.

Lasciata la valle dell'Ema, il tracciato attraversa (in galleria) la dorsale sopra citata, costituita dalle propaggini settentrionali dei Monti del Chianti, per poi terminare all'altezza del Fiume Arno.

Una parte del territorio in oggetto, soprattutto in corrispondenza delle zone più elevate, è coperto da vegetazione arborea; una parte, alle quote più basse, è coltivato o intensamente urbanizzato.

Per ciò che riguarda l'aspetto geologico-strutturale, l'assetto dell'area imprime ai bacini una geometria fortemente asimmetrica (semi-graben), caratterizzata da un margine molto acclive in corrispondenza del sistema di faglie principali e da una "rampa" poco inclinata sul margine opposto, il quale risulta interessato da sistemi di faglie minori.

La geometria dei bacini e la morfologia delle loro sponde hanno notevolmente influenzato l'architettura e la distribuzione delle facies sedimentarie dei bacini. Si osserva che il tratto di interesse comprende tre diverse strutture:

- l'estremità orientale del Bacino di Firenze, orientato principalmente in direzione ONO-ESE;

- la dorsale corrispondente alla parte settentrionale dei Monti del Chianti, orientata all'incirca in direzione N-S;
- il Bacino del Valdarno superiore, orientato in senso NO-SE.

Le formazioni affioranti nella zona d'interesse sono raggruppabili in tre Unità tettonico-stratigrafiche, che dal basso verso l'alto sono:

1. Unità Cervarola – Falterona;
2. Unità di Monte Morello;
3. Complesso neogenico – quaternario;

Un quarto gruppo di depositi è quello costituito da frane, alluvioni in evoluzione e corpi detritici.

L'Unità Cervarola - Falterona è costituita principalmente da arenarie silicoclastiche, alternate a siltiti, argilliti e marne. Lo spessore degli strati è molto variabile. L'Unità di Monte Morello risulta sovrapposta tettonicamente all'Unità Cervarola – Falterona ed è costituita essenzialmente da una formazione prevalentemente argillitico-calcareo (Formazione di Sillano), da una di tipo prevalentemente arenaceo (Pietraforte) e da una calcarea e calcareo - marnosa (Formazione di Monte Morello s.s.).

I depositi neogenico – quaternari si sono depositi in discordanza al di sopra delle unità sopra citate. Essi sono costituiti da depositi fluvio lacustri depositi durante diverse fasi successive e pertanto risultano separati fra loro da discordanze angolari, hiatus deposizionali e superfici erosive estese su tutto il bacino.

I principali corsi d'acqua naturali interessati dal tracciato autostradale sono:

- Torrente Ema;
- Fosso Massone;
- Fosso del Burchio.

Nel tratto Firenze sud – Incisa viene descritto un solo bacino principale interessato dall'intervento di progetto, ovvero quello caratterizzato dalla maggiore superficie sottesa in corrispondenza dell'opera di attraversamento: il Torrente Ema è attraversato dal tracciato autostradale di progetto in corrispondenza del km 302+000, in prossimità dell'abitato di Ponte a Ema, in Comune di Bagno a Ripoli. La superficie sottesa alla sezione di chiusura risulta di circa 100 km<sup>2</sup>. La forma del bacino risulta tozza con la dimensione più estesa in direzione NO-SE; la tipologia strutturale del drenaggio presenta situazioni di tipo sub dendritico.

I corsi d'acqua interessati risultano tutti compresi nel bacino idrografico del fiume Arno. In totale sono stati verificati circa 50 attraversamenti comprese due deviazioni di corsi d'acqua a seguito della realizzazione dell'area di cantiere di sbocco (carreggiata nord) della Galleria San Donato e dell'area di deposito in corrispondenza del Fosso Piscinale.

## **2.2. Descrizione generale del progetto stradale**

La tratta Firenze sud – Incisa Valdarno, di circa 18 km di sviluppo, fa parte del progetto di "Ampliamento alla terza corsia Barberino di Mugello – Incisa Valdarno" dell'autostrada A1 Milano – Napoli.

Il progetto stradale è stato suddiviso in due lotti:

- Lotto 1 – tratte esterne

- Lotto 2 – variante San donato.

I lotto 1 è suddiviso in due tratte (A e C) mentre il lotto 2 coincide con la tratta B.

- TRATTA A (compresa tra lo svincolo di Firenze Sud e l'AdS Chianti): da prog. 0+000 (300+750 A1 esistente) a prog. 5+632 (306+396 A1 esistente);
- TRATTA B – dalla AdS Chianti alla fine della variante di San Donato: da prog. 0+000 (306+396 A1 esistente) a prog. 5+782 (312+208 A1 esistente);
- TRATTA C – dalla fine della variante di San Donato a fine intervento: da prog. 0+000 (312+208 A1 esistente) a prog. 6+268 (318+512 A1 esistente).

L'intervento nasce in corrispondenza del casello di Firenze Sud e si allaccia all'intervento di adeguamento per la tratta Firenze Nord – Firenze Sud, che nella parte finale ha una configurazione di ampliamento simmetrico in sede. L'impostazione di ampliamento in sede, sebbene alternativamente in maniera simmetrica ed asimmetrica, si mantiene tale nel primo tratto per i primi 7600 metri di tracciato. Nel tratto intermedio che va dalla progressiva di intervento 7+600 e fino alla 11+490 l'intervento prevede la realizzazione della nuova variante di San Donato, a servizio della carreggiata Nord per una lunghezza di 3900 metri dei quali 1886 in galleria. La carreggiata sud è costituita invece dall'attuale sede autostradale, con le due attuali carreggiate a 2 corsie più emergenza (tranne nel tratto in corrispondenza dell'attuale galleria) destinate una al traffico pesante e l'altra a quello leggero.

Infine il terzo tratto che va dal ricongiungimento delle due carreggiate alla progr. 11+490 al termine dell'intervento posto circa 600 metri a Nord dell'attuale viadotto Arno, si configura come ampliamento in sede, anche qui alternativamente simmetrico ed asimmetrico.

#### Tratta A

Il tratto ha inizio in prossimità dello **svincolo di Firenze sud**, con un ampliamento di tipo simmetrico (quindi con mantenimento della linea d'asse esistente), per permettere l'allaccio a quanto previsto nel progetto della tratta precedente Firenze Nord – Firenze Sud. Il tratto successivo è caratterizzato da una sequenza di curve, di fatto l'una consecutiva all'altra senza interposizione di rettili di sviluppo significativo, interrotte dal sovrappasso del torrente Ema mediante l'omonimo viadotto. A partire dal tratto successivo al **viadotto Ema**, è previsto un ampliamento asimmetrico lato carreggiata sud e progressivamente asimmetrico in carreggiata nord. L'adeguamento del tracciato comporta necessariamente, nel tratto compreso tra la pk 2+500 e la pk 3+000 lo spostamento di 20-25 metri della piattaforma autostradale lato carreggiata sud, in corrispondenza dell'attuale parcheggio antistante **l'Ospedale S.M. Annunziata**. Il progetto prevede la sistemazione del piazzale stesso, attraverso la razionalizzazione della viabilità comunale antistante l'Ospedale (strada comunale per l'Antella), e attraverso la sistemazione del parcheggio di appoggio alla struttura. Altimetricamente questo tratto coincide con l'inizio della salita che porta al valico di San Donato, per uno sviluppo di circa 7 km e pendenze nell'ordine dei 3.0%-3.5%. L'ampliamento in questo tratto si mantiene costante per ampi tratti, in maniera asimmetrica lungo il primo rettilo, da pk. 2+945 a pk. 3+753, lato carreggiata sud. Successivamente si ha un ampliamento di tipo simmetrico, con mantenimento dell'asse esistente alla pk 4+840, in corrispondenza dell'edificio a ponte dell'**Area di Servizio Chianti**.

#### Tratta B

Successivamente il tracciato è caratterizzato dal passaggio sul **semiviadotto San Giorgio** posto tra le pk. 6+074 e pk. 6+370 seguito dal lungo rettilo che porta alla zona di valico, lungo il quale sono presenti numerose trincee esistenti poste lungo il ciglio nord.



La parte terminale verso il **valico di San Donato** è caratterizzata dalla nuovo tracciato della galleria San Donato. La galleria costituirà la nuova carreggiata Sud dell'attuale autostrada, completamente in variante rispetto al tracciato esistente.

La nuova galleria San Donato è caratterizzata da una lunghezza in naturale di 922.84m (fra le progressive di progetto riferite all'asse galleria 8+775.71 e 9+698.55), e mostra la presenza di tratte in artificiale che si sviluppano in corrispondenza dell'imbocco lato Firenze per 17.08m e in corrispondenza dell'imbocco lato Incisa per 9.67m.

Il tracciato della galleria si estende per una lunghezza di 950m circa (lunghezza coperta) fra le progressive di progetto 8+758.63 e 9+708.22, con portale d'imbocco analogo a quello dell'attigua galleria esistente.

Il progetto si sviluppa con carreggiata autostradale composta da tre corsie di marcia da 3.75m

### Tratta C

Il tratto iniziale è caratterizzato dal lungo rettilineo in discesa che dall'uscita del tratto di valico si dirige verso l'attraversamento del Rio Massone. Planimetricamente lo sviluppo è pressoché rettilineo, intervallato solamente da una curva all'altezza dell'esistente **area di parcheggio Rignano**. L'ampliamento dell'autostrada è esclusivamente asimmetrico lato carreggiata nord, allo scopo di preservare le trincee ed opere di sostegno che si susseguono lungo il ciglio sud praticamente senza soluzione di continuità. Alla pk 13+350 è previsto l'adeguamento a norma di una curva e la realizzazione di **due nuovi viadotti**, di lunghezza pari a 170 m per la carreggiata sud e 120 m per la nord. Il tratto successivo alla variante è quindi caratterizzato ancora dal parziale abbandono della sede autostradale esistente. Successivamente il tratto è caratterizzato inizialmente dall'ampliamento asimmetrico (dalla pk. 14+600 alla pk. 15+560), lato carreggiata nord, allo scopo di preservare la trincea posta lato carreggiata sud, e con essa l'abitato di Palazzolo, posto alla pk. 15+350. In corrispondenza della pk. 15+850, l'asse di progetto torna progressivamente ad essere coincidente con l'attuale. L'ampliamento è pertanto di tipo simmetrico, fino alla pk. 17+020 coincidente con la fine dell'ampliamento a tre corsie più emergenza per senso di marcia. Dalla pk. 17+020 alla pk. 17+620, coincidente con la fine dell'intervento, le due carreggiate si separano e progressivamente riducono la larghezza, dapprima mediante la chiusura della corsia di sorpasso, e successivamente riducendo la larghezza della corsia di emergenza da 3.00 m prevista in progetto agli attuali 2.50 m, terminando quindi in corrispondenza della **spalla nord del viadotto Arno** con la piattaforma coincidente con la attuale.

### Opere d'arte maggiori

Riguardo le opere maggiori, sul **viadotto Ema** esistente è previsto l'allargamento mediante la realizzazione di un nuovo impalcato posto in posizione affiancata, con struttura metallica e soletta in c.a., oltre alla rotazione dell'impalcato esistente per portarlo con pendenze trasversali previste in progetto. Il viadotto Ema ha una lunghezza complessiva di 71.60 m, suddiviso in 3 campate. Lo schema statico del viadotto è di trave appoggiata in cap con soletta collaborante, poggiante su due pile. L'altezza delle pile in carreggiata nord è di circa 7.50m. per la pila 1 e di 6.90m per la pila 2, nel primo caso la fondazione è diretta mentre nel secondo caso la fondazione è su micropali. Mentre in carreggiata sud, l'altezza delle pile è pari a circa 9.90m. per la pila 1 e 8.90m per la pila 2.

E' inoltre prevista la realizzazione di **due nuovi viadotti, Ribuio e Massone**, il primo in corrispondenza della variante San Donato ed il secondo in corrispondenza dell'adeguamento del tracciato in corrispondenza dell'omonimo Rio.

Il **viadotto Massone** in carreggiata nord ha una lunghezza complessiva di 170 m, suddivisi in 3 campate. Lo schema statico del viadotto è di trave continua in acciaio con soletta

collaborante. La scansione delle campate, dettata dalla necessità di realizzare lo scavalco del fosso Massone, è di 50.00-70.00-50.00m. L'andamento planimetrico del viadotto è leggermente curvilineo e l'altezza delle pile è di circa 16.00m. per la pila 1 e di circa 27m. per la pila 2. In carreggiata sud la lunghezza complessiva del viadotto è di 120 m, suddivisi sempre in 3 campate, con altezze delle pile di circa 18.00m. per la pila 1 e di circa 28.00m. per la pila 2.

Il **viadotto Ribuido** previsto per la sola carreggiata nord ha una lunghezza complessiva di di 150 m, suddivisi in 4 campate. Lo schema statico del viadotto è di trave continua in acciaio con soletta collaborante. La scansione delle campate, dettata dalla necessità di realizzare lo scavalco del fosso Ribuido, è di 30.00-45.00-45.00-30.00m. L'altezza delle pile è di 10.00 m per la pila 1 e 3, e di 14 m per la pila 2.

Da ultimo il **semi-viadotto San Giorgio**, posto in carreggiata sud, per le sue particolari caratteristiche non è previsto l'allargamento, prevedendo l'ampliamento della piattaforma sulla carreggiata opposta in sede naturale.

#### Opere d'arte minori

L'allargamento delle due carreggiate dell'autostrada esistente comporta l'adeguamento delle opere che sottopassano, sovrappassano o sostengono la sede stradale stessa.

Per le prime, **tombini o sottovia** che sottopassano la sede, è previsto un allungamento medio di circa 5.00 m per entrambe le estremità dell'opera, quando la tipologia di allargamento della sede esistente è di tipo simmetrico, altrimenti risulta un allungamento di circa 10.00 metri dalla stessa parte dell'ampliamento asimmetrico. Il prolungamento viene effettuato con tipologia d'ampliamento simile a quella esistente.

Per le seconde, ossia i **cavalcavia** che sovrappassano la sede, è prevista la demolizione ed il totale rifacimento, in prossimità delle strutture esistenti quando si tratta di viabilità per la quale non è possibile prevedere la temporanea interruzione oppure in sede nel caso contrario, in posizione congruente con la sezione tipo dell'autostrada e con la nuova geometria delle strade d'intersezione (deviazioni strada), non risultando le opere predisposte per l'ampliamento della sezione autostradale.

I cavalcavia di progetto consistono generalmente in un'opera a luce unica – con impalcato metallico - allo scopo di mantenere l'opera a ridosso della sede stradale per preesistenze o per particolari necessità di raccordo con le viabilità circostanti. Nel tratto autostradale in progetto sono comprese 11 opere di scavalco della A1 a servizio della viabilità secondaria interferente.

#### Cantierizzazione

Si prevede un **campo base** nei pressi dell'area di Servizio Chianti, a lato della carreggiata Nord poco a monte del piazzale, con una occupazione temporanea di **circa 22000 mq**. L'area è attualmente coltivata a prato ed è servita dalla strada di collegamento (con sottovia) tra i due piazzali dell'Area di Servizio Chianti; l'accesso in autostrada è garantito dalle corsie di immissione dell'area di servizio, comunicante con la viabilità locale per mezzo di cancelli.

Si prevede un **cantiere operativo principale** in corrispondenza dell'imbocco nord della variante in progetto della galleria S. Donato ed un **cantiere secondario** in corrispondenza dell'imbocco sud. Per la localizzazione dell'impianto di confezionamento dei calcestruzzi, necessari per l'intero lotto, si è individuata l'area in corrispondenza della discarica in comune di Bagno a Ripoli (probabilmente di materiale proveniente dalla galleria esistente) attualmente in fase di riqualificazione (circa km 311+000 - chilometriche autostrada esistente), situata nelle vicinanze dell'imbocco nord dell'attuale galleria S. Donato.

Nella ex discarica, per **cantiere operativo ed impianto di betonaggio** si impiega una superficie di **circa 12.000 mq.**

#### Piste di cantiere e viabilità

Si ritiene che i lavori di allargamento possano essere eseguiti utilizzando come pista l'impronta dell'allargamento stesso, previa bonifica del piano di posa con trattamento a calce. In corrispondenza dei prolungamenti delle opere d'arte e dei tombini si possono ricavare piazzole per consentire il movimento delle macchine operatrici.

Le sole **viabilità di cantiere** che si staccano dalla fascia autostradale, sono quelle necessarie per l'**accesso** agli **imbocchi** della galleria in variante, per il raggiungimento del campo logistico, nonché per quelle che permettono di accedere alla **base** delle pile dei **viadotti** di nuova realizzazione (Ribugio e Massone) ed a quelli di allargamento dell'esistente (Ema).

#### Aree di deposito materiale

Le aree adibite a pertinenze autostradali a fine lavori, verranno impiegate durante il periodo di cantiere anche per lo stoccaggio del materiale di scavo temporaneamente in eccedenza. Sono individuate come aree di deposito le **due aree** di cantierizzazione tutte poste in adiacenza all'attuale sede autostradale. Ciò permette che durante l'esecuzione degli scavi, esse siano raggiunte dai mezzi di cantiere direttamente dalla sede autostradale, senza pertanto coinvolgere la viabilità ordinaria.

### 3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

#### 3.1. Aspetti generali e requisiti del Piano di Monitoraggio

Il presente Piano Integrato di Monitoraggio Ambientale (PMA) è stato redatto e strutturato innanzitutto sulla base delle indicazioni presenti nel Decreto VIA di riferimento (prot. DSA-DEC-2008-1717 del 17/12/2008) e delle integrazioni del Ministero dell'ambiente 27.01.2012 (prot. DVA-2012-0002062), 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 Decreto VIA, di seguito brevemente sintetizzate:

- **è richiesta l'esecuzione di un monitoraggio ambientale integrabile con le attività svolte da ARPAT** e 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 qualità dell'aria, secondo quanto indicato dal D. Lgs. 155 del 13.08.10, e dal DM 261/02** per il monitoraggio sia dell'impatto delle attività di cantiere sullo stato della qualità dell'aria, che potrà comprendere anche l'installazione di centraline fisse, sia dell'inquinamento da traffico;
- **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, viene inoltre richiesto nella fase di esercizio una modellistica adeguata per la mappa acustica di specifici tipi di sorgenti opportunamente tarata;
- **è richiesto un programma di monitoraggio per i corsi d'acqua interessati direttamente o tramite affluenti dai lavori**; sarà previsto anche l'utilizzo di centraline automatiche per il controllo in continuo compresa la lettura dei livelli di torbidità e la valutazione del trasporto solido.
- **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 e piezometri ubicati nella fascia di influenza della galleria san Donato; è inoltre richiesto un controllo quali-quantitativo delle acque intercettate dalla galleria.

Per quanto riguarda alcune aree interessate da fenomeni franosi quiescenti, che in fase di esecuzione dei lavori potrebbero essere riattivati, è stato richiesto da parte dell'Autorità di Bacino un'attività di **monitoraggio geotecnico di superficie** in corrispondenza di tali aree, che vengono considerate particolarmente vulnerabili.

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

L'esatta localizzazione dei punti di misura potrà subire variazioni durante la fase ante operam in base a richieste degli Enti di Controllo ed alla disponibilità dei proprietari delle aree in cui verranno eseguite le misure. Al termine della fase ante operam, al fine di definire i valori di tutela ambientale che esprimano effettivamente la compatibilità con le attività previste per la realizzazione del progetto autostradale, saranno stabilite le **soglie di azione** da attribuire ai principali indicatori ambientali individuati per le diverse componenti monitorate.

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

#### Settore Antropico

Dato il tipo di lavorazioni previste per la cantierizzazione e la realizzazione del progetto, quali la realizzazione di rilevati, il deposito temporaneo di materiale, lo scavo delle gallerie e l'infissione di pali, oltre al passaggio di mezzi pesanti lungo la viabilità di servizio e di cantiere, in corrispondenza dei ricettori interferiti dalle lavorazioni ora indicate si provvederà alla verifica della qualità dell'aria, del clima acustico e vibrazionale, quest'ultimo inteso sia come disturbo alle persone, sia come danno alle strutture.

E' stata quindi 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 importanti opere in sotterraneo (galleria San Donato), 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 nella formazione del Sillano (ammasso di nel complesso dotato permeabilità relativamente basse), 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, nel tratto Firenze Sud e Incisa Valdarno è caratterizzato principalmente dall'attraversamento del sistema collinare-montuoso che delimita a nord il gruppo dei rilievi del Chianti. Pur essendo presente una certa disomogeneità geomorfologica i tipi di paesaggio che si incontrano possono essere ricondotti ad un'unica grande categoria, che comprende i rilievi posti a sud, sud-est di Firenze fino alla zona di Incisa nel Valdarno. All'interno di quest'ampia unità di paesaggio si distinguono: il paesaggio dei fondovalle dei torrenti Ema e Antella; il paesaggio dei fondovalle dei corsi d'acqua 'Borro S. Donato – Borro S. Giorgio – Borro del Querceto' e dei corsi d'acqua 'Fosso di Troghi - Fosso delle Formiche - Fosso del Selceto', rispettivamente a nord e a sud di S. Donato in Collina; il paesaggio del fiume Arno; il paesaggio del rilievo sito in sponda destra d'Arno, in località Ciliegi.

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.

La vegetazione naturale e seminaturale lungo il percorso è rappresentata da formazioni boschive, tutte più o meno intensamente sfruttate dall'uomo, e dai relativi stadi di degradazione (arbusteti, prati). Lungo i corsi d'acqua sono presenti talvolta formazioni riparie a sviluppo più o meno lineare. Il paesaggio collinare immediatamente a sud di Firenze è caratterizzato soprattutto da aree urbanizzate e coltivazioni arboree, in particolare oliveti. Successivamente, nella zona alto-collinare del Poggio di Firenze – Monte Pilli/Monte Cucco, pur restando sempre notevoli le superfici coltivate, si ha un maggior grado di copertura forestale. Procedendo ancora verso meridione, il percorso autostradale si snoda

su colline sempre più basse e più ricoperte da vegetazione artificiale, fino a raggiungere, dopo l'abitato di Palazzuolo, il fondovalle dell'Arno, ad andamento subpianeggiante, occupato in maggioranza da coltivazioni ed insediamenti urbani ed industriali.

Gli impatti principali sulla componente floristico-vegetazionale sono da attribuire alla sottrazione di habitat dovuta alla costruzione del nuovo tracciato ed alle opere accessorie (cantieri e viabilità di servizio) ed ai cambiamenti ambientali stagionali indotti da alterazioni indirette come la modifica delle condizioni di umidità del suolo, l'inquinamento idrico ed atmosferico o a modifiche dell'esposizione alla luce.

Relativamente alla fauna gli impatti maggiori sono da attribuire, come per la vegetazione, alla sottrazione di habitat, all'effetto barriera che l'infrastruttura e le opere accessorie possono determinare, dal disturbo indotto dalle lavorazioni e dall'inquinamento atmosferico ed idrico.

Per controllare le dinamiche vegetazionali e faunistiche si è quindi approntato un programma di rilievi idoneo alla verifica di tali fenomeni.

#### Assetto fisico del territorio

Alcune opere in progetto (trincee, viadotti, rilevati, gallerie) interferiscono con aree interessate da fenomeni franosi, attivi e/o quiescenti. Il rischio di innesco di movimenti gravitativi, in seguito all'esecuzione di scavi, provvisori o definitivi, e l'intervento di rimodellamento morfologico richiedono una specifica attenzione. In tale ottica, all'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale è stata prevista un'attività di monitoraggio geotecnico e definita una rete di rilevazione strumentale di superficie in corrispondenza di aree particolarmente vulnerabili e di ricettori considerati sensibili.

## **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;
- scavo delle gallerie (emissioni di polveri dagli imbocchi);
- esercizio degli impianti di betonaggio;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere;
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Allo scopo poi di valutare il reale contributo dell'esercizio autostradale ai livelli di qualità dell'aria è prevista nella fase post operam anche l'acquisizione dei dati di traffico nel tratto interessato dall'intervento; inoltre si ricorda che i dati di qualità dell'aria potranno essere utilizzati anche per lo studio di carattere scientifico previsto dalle prescrizioni ministeriali a carico del Concessionario, e finalizzato ad individuare il punto di equilibrio tra i flussi veicolari e le emissioni degli inquinanti.

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;
- scavo delle gallerie;
- esercizio dei cantieri industriali e dei campi base;
- costruzione o adeguamento della viabilità di cantiere;
- movimentazione dei materiali di approvvigionamento ai cantiere



- movimentazione dei materiali di risulta alle aree di deposito
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito
- esercizio delle aree di deposito.

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

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

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

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

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

### **3.2.3. Componente vibrazioni**

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

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

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

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

Il progetto di monitoraggio individua i seguenti ambiti di intervento:

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

Il monitoraggio ante operam ha inoltre lo scopo di acquisire le informazioni di base sui ricettori potenzialmente esposti alle vibrazioni e di caratterizzare la vulnerabilità dei manufatti: gli edifici vengono tipizzati ai sensi della UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" che richiede l'identificazione della categoria di struttura, della classe di fondazione e, infine, del tipo di terreno.

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

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

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

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

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

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

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

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

### **3.2.4. Componente acque superficiali**

Dal punto di vista dell'idrografia superficiale il reticolo idrografico facente capo all'area oggetto di studio è stato caratterizzato attraverso le due tipologie fondamentali di drenaggio: dendritico e parallelo. Il tipo dendritico, di forma arborescente sviluppantesi uniformemente in ogni direzione, con un canale principale che si suddivide in rami via via meno importanti procedendo verso monte, è molto comune e per lo più associato ad aree a litologia uniforme. Esso è formato da un elevato numero di piccoli corsi d'acqua che si uniscono l'un l'altro, generalmente con angolo acuto, andando a formare il corso d'acqua principale. Il tipo parallelo caratterizza aree a strati geologici uniformemente inclinati. Tale forma è spesso tipica di situazioni embrionali di drenaggio in cui il fattore tempo non ha ancora permesso lo sviluppo di reti più complesse. Tale forma è però anche caratteristica di reti fortemente antropizzate. Nel tratto Firenze sud – Incisa Valdarno si trova il bacino del torrente Ema come bacino principale interessato dall'intervento di progetto, ovvero quello

caratterizzato dalla maggiore superficie sottesa in corrispondenza dell'opera di attraversamento.

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

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

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

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

- modificazione delle condizioni di deflusso (livelli, velocità, assetto dell'alveo), prodotte dall'inserimento di opere in alveo definitive o 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 di strumentazione in continuo.

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

Dal punto di vista dell'idrogeologia, in accordo con il quadro della geologia di progetto disponibile, l'attuale tracciato della galleria Variante S. Donato si svilupperebbe interamente entro le litologie della formazione di Sillano. Nel dettaglio, la galleria interesserebbe prevalentemente i litotipi argillitici, generalmente saturi ma sostanzialmente impermeabili o semipermeabili.

Il “modello” complessivo di circolazione idrica nel settore in esame è pertanto schematizzabile come nel seguito riportato.

- La circolazione idrica ha un andamento tipicamente “di versante”, con marcato adattamento del profilo piezometrico alla superficie topografica; in tali condizioni il deflusso ipogeo ha direzione sostanzialmente parallela alle linee di pendio superficiali, ed una soggiacenza pressochè costante. Ne deriva la corrispondenza tra i bacini imbriferi ed idrogeologici, almeno a livello di spartiacque principali.
- Nelle formazioni FAL, MML si sviluppano circolazioni ipogee indipendenti, ovvero non vi sono interscambi, per la presenza continua della fascia di argilliti SILL.

La circolazione “di versante” non è sinonimo per le formazioni acquifere in esame di circolazione “corticale”. Si evidenzia invece la sovrapposizione di diverse condizioni di circolazione idrica, ovvero:

- una circolazione epidermica limitata nel caso in esame alla coltre di decompressione del sistema di fratture; tale circolazione è particolarmente attiva orientativamente nei primi 20-50 m dal piano campagna (o comunque per la medesima profondità al disotto delle coltri detritiche) con regime dei circuiti fortemente variabile in funzione della ricarica;
- una circolazione più profonda (“intermediate” e “regional”), generalmente più lenta e con tempi di residenza sotterranei molto più elevati, scarsamente variabile o influenzata solo dai cicli di ricarica stagionali. Tale circolazione è più attiva nei settori maggiormente tettonizzati, dove la fratturazione risulta maggiormente pervasiva in profondità.

L'interposizione tra i massicci acquiferi nelle formazioni della fascia continua di SILL determina sul margine dei calcari di Monte Morello (MML) l'affioramento delle acque di circolazione local in sorgenti di contatto. Non si osservano invece sorgenti al contatto tra le arenarie del Falterona (FAL) e la medesima fascia impermeabile. Tale differenza, ovvero l'assenza di sorgenti di contatto tra FAL/SILL consegue dai rapporti stratigrafici tra le due unità, evidenziati nelle medesime sezione stratigrafiche, ortogonali alla direzione di impilamento delle strutture. In particolare le argilliti, seppure in posizione altimetrica inferiore rispetto al massiccio acquifero arenaceo (FAL), sono sovrascorse a quest'ultimo, e il contatto non rappresenta pertanto un limite di permeabilità. Sul fronte opposto, le argilliti rappresentano invece la base impermeabile dell'acquifero calcareo MML, da cui la risorgenza delle acque lungo il contatto. La formazione di Sillano s.l. (SILL) costituisce pertanto un limite di permeabilità relativo che non consente interscambio idrico tra FAL-MML. Nell'ambito della formazione di Sillano (SILL), prevalentemente argillitica, in cui si sviluppa pressochè interamente il tracciato della galleria in progetto, la circolazione idrica non è peraltro nulla. Tale condizione è evidenziata dalla presenza di pozzi sia superficiali che profondi, generalmente di bassissima potenzialità. La debole circolazione sotterranea ha un andamento “di versante” ma limitato alla porzione corticale, alterata e localmente mobilizzata dai fenomeni di dissesto. Più in profondità i litotipi prevalentemente argillitici sono saturi, ma con acque in condizioni semi-statiche. La circolazione è infatti limitata a livelli più francamente arenacei saltuariamente presenti nell'ambito delle argilliti.

Nell'ambito del progetto definitivo di ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A1 Milano-Napoli, nel tratto Firenze sud – Incisa Valdarno, è prevista la realizzazione della Galleria San Donato. Per tale opera particolare interesse riveste la valutazione delle eventuali conseguenze sulla circolazione sotterranea e sulle captazioni idriche presenti nel territorio; la costruzione di una galleria può determinare il drenaggio delle falde oppure l'alterazione qualitativa per contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento.

Le alterazioni qualitative che possono determinarsi dal contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento possono essere di diverso tipo, come riportato anche in letteratura; possono verificarsi in caso di interferenza diretta tra corpi idrici e gallerie e nel caso di circuiti idrogeologici brevi e superficiali.

Il Piano di Monitoraggio delle acque sotterranee, articolato in indagini su sorgenti, pozzi, piezometri e misure in corrispondenza delle gallerie è orientato ai seguenti aspetti:

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

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

### 3.2.6. 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).

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.

In particolare dal SIA emergono come punti a maggior impatto per la vegetazione i cantieri, gli imbocchi di galleria, le cave e i depositi.

Inoltre sono previsti dei siti di controllo lontani dai cantieri e da possibili fonti di alterazione per affinare l'interpretazione delle dinamiche vegetazionali delle formazioni oggetto delle attività di cantiere. Il numero e la tipologia dei siti di controllo sono correlati alle tipologie vegetazionali individuate ed alla concreta reperibilità di formazioni non disturbate.

I principali riferimenti bibliografici e legislativi sono rappresentati dalle fonti in grado di evidenziare le emergenze ambientali regionali ed italiane (Società Botanica Italiana, 1971-79; CORINE Biotopes, 1991; Conti et al., 1992; 1997; Ministero dell'Ambiente, 1992; 1994; WWF Italia, 1995), gli studi per l'individuazione delle aree meritevoli di conservazione nel territorio regionale (progetti Bioitaly, Habitat, Natura 2000, a cura di Università, Regione Toscana, Ministero dell'Ambiente e CEE), il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, che evidenzia le aree protette ed i siti biologici di importanza locale, i risultati dei Progetti 5Bios/Re.Na.To. (Regione Toscana, Università di Firenze, Siena e Pisa,

ARSIA), che hanno individuato le specie floristiche, gli habitat e le fitocenosi di interesse regionale e meritevoli di conservazione (non ancora integralmente pubblicati) e la legge regionale 56/2000 sulla biodiversità.

### 3.2.7. 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, oltre che su particolari specie-guida.

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 punti di rilievo, verrà adottato uno schema spaziale lungo transetti a distanza crescente dalle opere (strade e/o cantieri). Inoltre, a causa della limitata estensione delle aree naturali presenti nelle zone interessate dalla realizzazione dell'opera, che potrebbero non permettere una adeguata lontananza dalle zone impattate da essere utilizzati da siti di controllo, sono previsti dei siti di bianco lontani dai cantieri e da possibili fonti di alterazione per affinare l'interpretazione delle dinamiche dei popolamenti faunistici.

### 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 mobilitazioni 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 pilastrini 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 totali sospese (PTS) per 15 giorni in prossimità di aree di cantiere;
- Metodica A3: misura in continuo con centralina fissa per il monitoraggio della qualità dell'aria.

#### **METODICA A1- Rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato**

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

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

Le attività caratterizzanti tale metodica di monitoraggio comprendono:

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

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

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ozono (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 e dal D. Lgs. 155/2010.

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	mg/m <sup>3</sup>	media su 1 h
NO <sub>x</sub>	1h	mg/m <sup>3</sup>	media su 1 h
PM10	24 h	mg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
PM2.5	24 h	mg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1 h	mg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
O <sub>3</sub>	1 h	mg/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 PM10, dato che il tempo di campionamento è il giorno, dovranno essere acquisiti 15 dati) la stessa verrà prolungata di un periodo che permetta di raggiungere tale quantità. Le elaborazioni statistiche verranno effettuate su tali dati acquisiti anche se non conseguenti temporalmente.

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

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

- La sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a C<sub>i-1</sub> risulta minore di (k\*N/100)

- La sommatoria delle frequenze associate ai valori di concentrazione minori o uguali a Ci 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 Totali Sospese (PTS) con campionatore sequenziale**

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

Le campagne di misura delle polveri totali PTS 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 totali nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal DPCM 28.3.1983 "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria in ambiente esterno" e dal DPR 24.5.1988 n. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'Art. 15 della legge 16 aprile 1987, n° 183". Per tali inquinanti è utile anche il confronto con i valori di attenzione e di allarme individuati dal DMA 15 Aprile 1994.

La metodica di seguito descritta prevede la sostituzione automatica ogni 24 ore dei supporti di filtrazione per 15 giorni consecutivi mediante l'impiego di pompe di captazione dotate di sistemi automatici di campionamento e sostituzione sequenziale dei supporti. 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 a micropori 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 DPCM 28.3.1983. 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 effettiva 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.

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 richiesti, compresi tra 15 e 20 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 e deve essere rivolto verso il basso.

- 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 15-20 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 15 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 A3- Rilievo qualità aria con centralina fissa**

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

Nel presente documento vengono definite le procedure in continuo per il monitoraggio della qualità dell'aria con centralina fissa (Metodica A3), al fine di valutare il rispetto dei limiti legislativi e eventuali variazioni di concentrazioni conseguenti alla realizzazione del progetto.

Le attività caratterizzanti tale metodica di monitoraggio comprendono:

- Calibrazione della strumentazione ogni 96 ore
- Taratura della strumentazione annuale
- Messa in opera e test dei sistemi di acquisizione, memorizzazione, elaborazione, stampa e trasmissione dei dati
- Esecuzione delle campagne di misura dei parametri chimici e meteorologici
- Elaborazione dei dati

I risultati delle misure saranno riportati nella relazione di riferimento.

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

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

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

Il BaP verrà determinato per 15 gg. solo nel periodo invernale dove tale inquinante raggiunge le concentrazioni massime. Tale inquinante andrà analizzato su campioni aggregati che permettano di valutare la variabilità tra i giorni festivi e feriali. Anche i metalli Cd e Ni, As, Hg andranno determinati su campioni aggregati ed a frequenza trimestrale (secondo le indicazioni del DMA del 25/11/94, del D. Lgs. 152 del 3.08.07 e del D. Lgs. 155 del 13.08.10).

La strumentazione utilizzata sarà certificata in conformità a quanto previsto dal D.M. 60/2002, dal D. Lgs. 152/2007 e dal D. Lgs. 155 del 13.08.10.

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

I parametri monitorati sono riportati nella Tabella 4, 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	mg/m <sup>3</sup>	media su 1 h
NO <sub>x</sub>	1h	mg/m <sup>3</sup>	media su 1 h
PM <sub>10</sub>	24 h	mg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
PM <sub>2.5</sub>	24 h	mg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1 h	mg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>
O <sub>3</sub>	1 h	mg/m <sup>3</sup>	media annuale su 1 h
IPA –BaP	24 h	mg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h <sup>(1)</sup>

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

Tabella 4 – Inquinanti da monitorare

Le elaborazioni statistiche verranno effettuate sui dati acquisiti.

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

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

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

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

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

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati nella Tabella 5, 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 5 – Parametri metereologici da monitorare

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

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

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

Per ciascuna centralina dovranno essere forniti:

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

Inoltre i dati rilevati saranno correlati ai flussi di traffico sul tratto dell'A1 interessato dall'intervento (tra i caselli di Firenze Sud e Incisa Val d'Arno), individuando le classi dei veicoli in transito e la velocità dei mezzi su entrambe le carreggiate.

### **Rilievi traffico**

I dati di traffico (numero medio orario di transiti e velocità medie orarie) - rilevati direttamente o acquisiti attraverso le banche dati di Autostrade per l'Italia S.p.A. - andranno correlati agli inquinanti atmosferici rilevati dalle due centraline localizzate lungo il tracciato autostradale.

La disponibilità dei dati di traffico infatti può consentire un'analisi dei fenomeni rilevati finalizzata alla individuazione delle fonti di eventuali alterazioni ambientali; in particolare la correlazione tra gli indicatori di controllo dell'inquinamento dell'aria e la sorgente autostradale consente di discriminare i contributi del traffico autostradale nella formazione dei livelli ambientali.

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.

Oltre ai dati relativi al traffico autostradale, verranno rilevati i flussi veicolari anche sulle principali viabilità pubbliche interessate dal transito di mezzi di cantiere. I rilievi andranno eseguiti nella fase di corso d'opera ed in corrispondenza delle lavorazioni che determinano un incremento significativo dei transiti sulle viabilità ordinarie.

### **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 R1 Misure di breve periodo, postazioni mobili assistite da operatore, per rilievi di traffico sulle viabilità di cantiere.

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 R1, 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.

### **R1 – misure di breve periodo con postazioni mobili assistita da operatore**

La metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dai transiti dei mezzi di cantiere sulle viabilità e/o dalle attività di cantiere.

La tecnica di monitoraggio consiste nel campionamento per un tempo di misura TM all'interno dei due periodi di riferimento, limitatamente ad un solo giorno. Il numero di campioni adottato è congruente alla variabilità temporale del fenomeno e tale da caratterizzare la sorgente in esame.

Il tempo di misura TM deve essere non inferiore 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. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

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

Il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei due tempi di riferimento  $L_{Aeq,TR}$  è da calcolarsi in laboratorio come media logaritmica dei livelli continui equivalenti campionati in campo.

Il numero di campioni adottato deve essere congruente alla variabilità del fenomeno e tale da caratterizzare la sorgente in esame. In particolare verranno eseguiti 4 rilievi nel periodo diurno e 2 rilievi nel periodo notturno. Le misurazioni nel periodo notturno verranno eseguite solo in presenza di attività di cantiere.

I campioni devono essere rappresentativi dell'intero periodo di riferimento (diurno e notturno) e tra un campione e l'altro deve intercorrere almeno un'ora.

Per il periodo notturno un campione deve essere effettuato nell'intervallo 22.00 – 24.00 ed un altro nell'intervallo 24 – 6.

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

#### **Riconoscimento di componenti impulsive**

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

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

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

#### **Riconoscimento di componenti tonali**

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

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

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

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

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

### Operazioni di analisi

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

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

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

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

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

### **R2 – misure di 24 ore con postazione semi-fissa**

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

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

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

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

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

#### Riconoscimento di componenti impulsive

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

- ripetitività di n eventi impulsivi ( $n \geq 10$ /ora di giorno e  $n \geq 2$ /ora di notte);
- differenza tra 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.

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>Imax</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.

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 Laeq,TM ;



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

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

#### Riconoscimento di componenti impulsive

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

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

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

#### Riconoscimento di componenti tonali

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

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

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

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricevitore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricevitore 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 inviluppa 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 inviluppa 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 LAI<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:

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

dove:

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

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

$n$  = numero di punti di misura;

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

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

dove:

S= superficie di misura;

S<sub>0</sub>=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÷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 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÷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 KHz

- Numero di righe : N = 400
- Fattori di ingrandimento (Zoom Factor) : ZF = 2÷16
- Finestra temporale : Hanning

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

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

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

#### Operazioni di analisi

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

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

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

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

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

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

#### Filtraggio

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

#### Verifica delle vibrazioni residue

Confronto tra il valore di velocità dovuto alla sorgente in esame ed il valore di velocità residua. Eventuale correzione del valore di velocità e verifica della significatività della

misura. La misura non è da ritenersi significativa se la differenza tra il valore delle vibrazioni misurate è inferiore al doppio 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, livelli idrometrici e misure di trasporto solido in sospensione;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici;
- Indagini qualitative: caratterizzazione fisica, chimica e granulometrica dei sedimenti fluviali; parametri biologici e fisiografici ambientali;
- Monitoraggio in continuo tramite specifiche stazioni di misura.

#### 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.
- Livello idrometrico

La misura del livello idrometrico viene eseguita mediante lettura diretta di aste idrometriche o mediante rilievo della distanza del pelo libero da un riferimento altimetrico fisso predefinito sulla sezione di misura. Questo parametro viene rilevato con la finalità di caratterizzare lo stato idrologico-idraulico del corso d'acqua o di eseguire la taratura di rilevatori strumentali.

Il livello idrometrico fornisce l'informazione più diretta dello stato di deflusso in una sezione di controllo del corso d'acqua. Nel corso delle campagne di misura viene rilevato rispetto a riferimenti fissi. Il dato di livello viene associato alla portata e agli altri parametri idraulici per rappresentare le variazioni nelle caratteristiche fondamentali del deflusso rilevabili nel corso di campagne di misura successive.

Nelle sezioni finalizzate al controllo delle potenziali interferenze tra lo scavo delle gallerie e i corsi d'acqua superficiali, la corrispondenza tra livello idrometrico e portata viene espressa mediante le scale di deflusso (curve livello/portata), che rappresentano le funzioni di taratura idraulica dei siti di monitoraggio. Utilizzando le scale di deflusso, opportunamente aggiornate ed estese ai campi di portata di interesse, è possibile eseguire una valutazione indiretta della portata defluente attraverso la lettura del livello idrometrico.

- Trasporto solido in sospensione

Il trasporto solido in sospensione rappresenta un dato quantitativo importante per valutare, in associazione con le informazioni qualitative fornite dalla torbidità e dalla concentrazione di sostanze solide in sospensione, le alterazioni rispetto allo stato di riferimento naturale producibili in modo diretto da lavorazioni di cantiere e in modo indiretto da sistemazioni idrauliche, che comportino variazioni nei campi di velocità di deflusso, da sistemazioni idrogeologiche o comunque da interventi sul territorio che comportino un incremento della erodibilità dei suoli.

Il valore del carico solido in sospensione si ottiene dal prodotto della velocità di flusso per la concentrazione di sostanze solide. La misura viene eseguita per punti, rilevando i valori delle velocità puntuali mediante correntometro e prelevando contestualmente i campioni di torbida per la determinazione della concentrazione di sostanze in sospensione. Attraverso un processo di doppia integrazione dei profili "velocità x concentrazione" su ogni verticale di misura e della distribuzione dei valori medi in senso orizzontale, si ottiene il dato del carico solido.

Va fatto riferimento alla Norma Tecnica sotto indicata, alla quale va aggiunta la seguente norma per le misure di portata correntometriche:

\* ISO 4363-1997 Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts. Méthodes de mesurages des sédiments en suspension.

I prelievi di torbida vanno eseguiti per punti, facendo riferimento alle stesse verticali di misura correntometriche (o a un sottoinsieme delle stesse). La distribuzione di punti di campionamento sulle verticali tiene conto della necessità di disporre dei dati estremi (superficie e fondo) per le elaborazioni e della maggiore variabilità della concentrazione di solidi sospesi nella parte bassa della sezione. Le operazioni di campionamento vengono eseguite immediatamente dopo la misura correntometrica, in modo da disporre del quadro completo della geometria della sezione e della distribuzione del flusso. I campioni di torbida vengono trattati in laboratorio per determinare la concentrazione di solidi sospesi con una delle due procedure alternative sotto indicate.

a) Concentrazione di materiale in sospensione elevata (> 500 mg/l)

- misura del volume del campione (cilindro graduato);
- addensamento in cono Imhoff;
- essiccamento a 105 ° C;
- pesatura del materiale essiccato;
- calcolo della concentrazione.

b) Concentrazione di materiale in sospensione medio bassa (< 500 mg/l)

- misura del volume del campione (cilindro graduato);
- condizionamento in stufa delle membrane di filtrazione in nitrato di cellulosa (diametro 4.7 cm, porosità 0.45 mm) e pesatura del bianco;
- filtrazione del campione su membrana sotto vuoto;
- essiccamento in stufa a 105 °C;
- pesatura della membrana;

- determinazione del peso netto e calcolo della concentrazione.

Se il carico torbido è elevato, vengono praticate in alternativa le altre metodiche previste dalle Normative, tenendo presenti i limiti di significatività.

In funzione della posizione dei punti di campionamento e delle relative concentrazioni di solidi in sospensione determinate in laboratorio, vengono calcolati i profili di concentrazione lungo le verticali ed eseguiti i prodotti dei profili di velocità (determinati con la procedura di calcolo descritta per l'elaborazione delle misure correntometriche) per i corrispondenti profili di concentrazione. Quindi viene sviluppata l'integrazione in senso verticale e orizzontale dei profili ottenuti, per ottenere il dato del carico solido.

A differenza delle misure delle portate liquide, per la misura del trasporto solido in sospensione non è possibile arrivare a una valutazione oggettiva dell'errore globale della misura, in quanto gli elementi conoscitivi reperibili, relativi ad alcuni dei parametri di errore (in particolare n° di verticali e n° di punti), si riferiscono a osservazioni sperimentali svolte solo su alcune tipologie di alveo specifiche (corsi d'acqua del Nord Europa).

#### Indagini qualitative

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

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

#### Parametri chimico-fisici

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

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

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

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

#### Parametri chimici e microbiologici acque

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

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

Il C.O.D. esprime la quantità di ossigeno consumata per l'ossidazione chimica delle sostanze organiche e inorganiche presenti nell'acqua; elevati valori di COD possono essere indice della presenza di scarichi domestici, zootecnici e industriali. I cloruri sono sempre presenti nelle acque in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione anche nei cantieri, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCl) come correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno. Cromo, Nichel, Zinco, sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare; cadmio e mercurio sono indicativi 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.

All'interno del piano non sono state previste indagini di tipo ecotossicologico in quanto a seguito dell'esperienza maturata dal monitoraggio ambientale effettuato sull' adeguamento del tratto di attraversamento appenninico tra Sasso Marconi e Barberino di Mugello e sull'ampliamento alla terza corsia tratto Barberino di Mugello –Incisa Valdarno – subtratta

Firenze Nord – Firenze Sud, è stato osservato che non ci sono particolari variazioni e/o impatti dovuti alle lavorazioni del cantiere. Per tale motivo si ritiene che le indagini di tipo ecotossicologico possano non essere di particolare interesse per il monitoraggio ambientale della tratta in progetto.

#### Caratterizzazione fisica, chimica e granulometrica dei sedimenti fluviali

I rilievi sono finalizzati alla caratterizzazione delle dinamiche di trasporto solido in alveo, che avverrà sia tramite indagini di tipo fisico (valutazione della granulometria del sedimento di fondo, valutazione del trasporto solido in sospensione), sia di tipo chimico (analisi chimiche di laboratorio su sedimenti), sia di tipo morfologico (rilievi delle sezioni trasversali). La caratterizzazione prevede un rilevamento quali-quantitativo che, a seguito delle varie campagne di misura, permetterà di valutare le variazioni delle sezioni trasversali dei torrenti monitorati sia da un punto di vista morfologico che di caratterizzazione del sedimento a fondo alveo e di trasporto in sospensione.

L'analisi consiste nella composizione di un documento suddiviso in quattro schede relative ai differenti aspetti delle problematiche legate alle dinamiche di trasporto fluviale. Le prime due schede sono costituite da un questionario di 12 domande relative alle condizioni delle sezioni fluviali e delle caratteristiche del fondo alveo. La scheda 3 è costituita dal certificato delle analisi chimiche di laboratorio effettuate sui sedimenti fluviali; infine la quarta scheda è relativa alla determinazione del trasporto solido in sospensione.

Per quanto riguarda la **scheda 1**, si procede ad una caratterizzazione del territorio circostante e delle condizioni idriche per la sezione monitorata, fornendo indicazioni relative al substrato e alla struttura del fondo dell'alveo e alle caratteristiche delle sezioni trasversali e all'eventuale presenza di interventi antropici.

La **scheda 2** caratterizza il sedimento dell'alveo, classificando il tipo di fondo, la forma dei clasti (figura 1), la granulometria e la tipologia di dinamica di fondo (erosione o sedimentazione).

Per la caratterizzazione del sedimento e della granulometria del fondo alveo, in corrispondenza della sezione trasversale di misura si procede all'individuazione di una griglia, con passo pari a  $p = \frac{b}{10}$  dove  $b$  è la larghezza della sezione trasversale, con  $p \geq 0,2m$ . In corrispondenza di ogni punto della griglia così definita verrà prelevato un campione rappresentativo di sedimento di cui verrà misurata la dimensione del diametro equivalente; i dati così rilevati verranno utilizzati per la stima del diametro medio  $d_{50}$ , del diametro  $d_{60}$  e del diametro  $d_{10}$  (diametro efficace) al fine di calcolare il grado di uniformità

$$U = d_{60}/d_{10}$$

Più è basso  $U$  più il terreno è uniforme: l'uniformità è massima per  $U=1$ ; si parla di materiale uniforme fino a  $U=2$ , di materiale poco graduato fino a  $U=6$ ; per valori superiori di materiale ben graduato e per  $U>15$  di materiale decisamente ben graduato.

Infine per quanto riguarda la classificazione del sedimento presente nella sezione trasversale e la suddivisione del terreno in gruppi e sottogruppi, si fa riferimento al sistema di classificazione unificato USCS (Unified Solid Classification System) riportato in Italia nelle raccomandazioni AGI (tabella 7), limitatamente al sedimento con grana superiore a 1 mm (ghiaie e sabbie); per quanto riguarda il sedimento a grana fine si utilizzerà una versione semplificata del sistema di classificazione, limitando il dettaglio ad un'indicazione sulla presenza di limi e argille. Nel sistema USCS, sviluppato da Casagrande, le terre a grana grossa sono classificate sulla base della granulometria, mentre quelle a grana fine sulla base delle caratteristiche di plasticità.

Le quattro maggiori suddivisioni riguardano:



- 1) le terre a grana grossa (ghiaie G e sabbie S);
- 2) le terre a grana fine (limi M e argille C);
- 3) le terre organiche (O);
- 4) la torba e altre terre altamente organiche (PI).

Le sigle W e P indicano rispettivamente una granulometria ben graduata e una poco graduata; p costituisce la percentuale di materiale trattenuta al setaccio n. 4 ASTM (diametro d = 4,74 mm);  $W_L$  indica il limite di liquidità.

Si riporta la classificazione delle terre secondo il sistema USCS e di seguito la versione semplificata utilizzata nella presente analisi.

Principali suddivisioni		Simbolo	Caratteristiche
Terre a grana grossa P200<50%	Ghiaie e terre ghiaiose (d>4,74 mm, p>50%)	<b>GW</b>	Ghiaie a granulometria bene assortita o miscele di ghiaia e sabbia, con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
		<b>GP</b>	Ghiaie a granulometria poco assortita o miscele di ghiaia e sabbia, con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
		<b>GM</b>	Ghiaie limose; miscele di ghiaia, sabbia e limo.
		<b>GC</b>	Ghiaie argillose; miscele di ghiaia, sabbia e argilla.
	Sabbie e terre sabbiose (d>4,74 mm p<50%)	<b>SW</b>	Sabbie a granulometria ben assortita, sabbie ghiaiose con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta
		<b>SP</b>	Sabbie a granulometria poco assortita, sabbie ghiaiose con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
		<b>SM</b>	Sabbie limose, miscele di sabbia e limo.
		<b>SC</b>	Sabbie argillose, miscele di sabbia e argilla.
Terre a grana fine P200>50%	Limi e argille ( $W_L < 0,5$ )	<b>ML</b>	Limi inorganici e sabbie molto fini, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi leggermente plastici.
		<b>CL</b>	Argille inorganiche con plasticità da bassa a media, argille ghiaiose, argille sabbiose, argille limose, argille magre.
		<b>OL</b>	Limi organici e argille limose organiche di bassa plasticità
	Limi e argille ( $W_L > 0,5$ )	<b>MH</b>	Limi organici, sabbie molto fini, micacei o diatomacei, limi.
		<b>CH</b>	Argille inorganiche di plasticità, argille grasse.
		<b>OH</b>	Argille organiche di media o alta plasticità, limi organici.
Terre organiche		<b>PI</b>	Torba ed altre terre costituite prevalentemente da sostanza organica.

Tabella 1 Classificazione delle terre secondo USCS (Unified Solid Classification System)

Principali suddivisioni	Simbolo	Caratteristiche
Ghiaie e terre ghiaiose (d>4,74 mm, p>50%)	<b>GW</b>	Ghiaie a granulometria bene assortita o miscele di ghiaia e sabbia, con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
	<b>GP</b>	Ghiaie a granulometria poco assortita o miscele di ghiaia e sabbia, con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
	<b>GM</b>	Ghiaie limose; miscele di ghiaia, sabbia e limo.
	<b>GC</b>	Ghiaie argillose; miscele di ghiaia, sabbia e argilla.
Sabbie e terre sabbiose (d>4,74 mm p<50%)	<b>SW</b>	Sabbie a granulometria ben assortita, sabbie ghiaiose con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta
	<b>SP</b>	Sabbie a granulometria poco assortita, sabbie ghiaiose con frazione fina assente o in percentuale molto ridotta.
	<b>SM</b>	Sabbie limose, miscele di sabbia e limo.
	<b>SC</b>	Sabbie argillose, miscele di sabbia e argilla.
Limi	<b>L</b>	Limi inorganici e sabbie molto fini, sabbie fini limose
Argille	<b>A</b>	Argille inorganiche argille ghiaiose, argille sabbiose, argille limose, argille magre.
Limi e argille	<b>LA</b>	Limi organici e argille limose
Terre organiche	<b>PI</b>	Torba ed altre terre costituite prevalentemente da sostanza organica.

Tabella 2 Tabella USCS (Unified Solid Classification System) semplificata

Verrà infine fornita un'indicazione relativa alla forma delle particelle, valutando le relazioni tra le tre dimensioni di un oggetto.

a = asse lungo, b = asse intermedio, C = asse corto.

Le particelle possono essere di forma tabulare (disks), equidimensionale (spheroids), a bastone (rods) o a lama (blades) (figura 1).

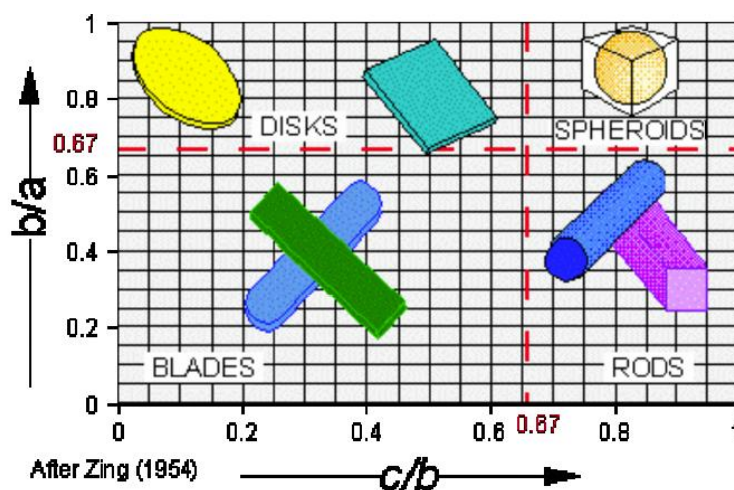








Figura 9 - Forma delle particelle: diagramma per classifica

Nella **scheda 3**, come già accennato, verranno riportati i risultati delle analisi chimiche di laboratorio (cromo, cadmio, rame, nichel, zinco, IPA, oli minerali con caratterizzazione mediante gascromatografia e IR) e nella **scheda 4** la determinazione del trasporto solido in sospensione, con il dettaglio della distribuzione lungo la sezione trasversale del trasporto solido stesso. Si allega di seguito un esempio della scheda di caratterizzazione.

<p align="center"><b>SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLE DINAMICHE DI TRASPORTO SOLIDO IN ALVEO</b></p>		 	
			
<p>Bacino: Stura      Corso d'acqua: Casaglia                  Località: Poggiolino      Codice: T/BM/RG/07; Casaglia valle cantiere                  Larghezza alveo (metri): 7                  Profondità media (metri): 0,5                  Quota: m.s.l.m. 403      Data: 13/06/2007      Scheda N°: 1                  Operatori: L. Bartoloni</p>			
	ALVEO	Sponda Sx	Sponda Dx
<b>1) Stato del territorio circostante</b>			
a) assenza di urbanizzazione			
b) compresenza di aree naturali e usi antropici del territorio			
c) colture stagionali e/o permanenti; urbanizzazione rada			
d) aree urbanizzate			
f) aree antropizzate da presenza cantiere	X		
<b>2) Condizioni idriche dell'alveo</b>			
a) regime perenne con portate indisturbate e larghezza dell'alveo di morbida inferiore a triplo dell'alveo bagnato	X		
b) fluttuazioni di portata indotte di lungo periodo con ampiezza dell'alveo bagnato < 1/3 dell'alveo di morbida o variazione del solo fronte idraulico			
c) disturbi di portata frequenti o seche naturali stagionali non prolungate o portate costanti indotte			
d) disturbi di portata intensi, molto frequenti o improvvisi o seche prolungate indotte per azione antropica			
<b>3) Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici</b>			
a) alveo con massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati (o presenza di fasce di canneto o idrofite)	X		
b) massi e/o rami presenti con deposito di materia organica (o canneto o idrofite rade e poco estese)			
c) strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto e idrofite)			
d) Alveo di sedimenti sabbiosi o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme			
<b>4) Sezione trasversale</b>			
a) Naturale			
b) Naturale con lievi interventi artificiali	X		
c) Antropizzata da presenza cantiere			
d) Antropizzata			
<b>4.1) Sezione trasversale - interventi antropizzati</b>			
Sponde realizzate con Gabioni			
Sponde compatte e risagomate			
Sponde a scogliera	X		
Guado			
<b>5) Struttura del fondo dell'alveo</b>			
a) Soglia fissa			
b) Soglia mobile	X		

<b>SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLE DINAMICHE DI TRASPORTO SOLIDO IN ALVEO</b>		 	
<b>FOTO DI DETTAGLIO</b>			
			
<b>6) Classificazione terre del fondo Alveo USCS</b>			
Ghiaie e terre ghiaiose	<b>GW</b>		
Sabbie e terre sabbiose	<b>SP</b>		
Limi e argille	<b>LA</b>		
Terre organiche			
<b>7) Granulometria</b>			
intervallo di campionamento (m)	999		
numero campioni	999		
d <sub>10</sub> (mm)	999		
d <sub>50</sub> (mm)	999		
d <sub>80</sub> (mm)	999		
U (grado di uniformità)			
<b>8) Forma delle particelle</b>			
Appiattita a=b>c	<b>X</b>		
rotonda a=b=c			
appiattita e allungata a=b=c			
allungata a>b=c			
<b>9) Erosione</b>			
a) Poco evidente o non rilevante			
b) Puntuale			
c) Distribuita			
<b>10) Sedimentazione</b>		<b>SI</b>	
a) Poco evidente o non rilevante			
b) Puntuale	<b>X</b>		
c) Distribuita			
<b>11) Componente vegetale in alveo bagnato</b>			
Presente	<b>X</b>		
Assente			
<b>12) Detrito</b>		<b>NO</b>	
a) frammenti vegetali ficonoscibili e fibrosi			
b) frammenti vegetali fibrosi e polposi			
c) frammenti polposi			
d) detrito anaerobico			

Osservazioni:

---



---



---



---



---

**SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLE DINAMICHE DI TRASPORTO  
SOLIDO IN ALVEO**
**spea** Ingegneria  
autostrate europea

**RAPPORTO DI PROVA**
**N° 07L44120**

**Numero di identificazione:** 07L44120  
**Descrizione del campione:** Sedimenti del 22/11/2007 - VV17U0TFIV03  
**Campionamento effettuato da:** Cliente (S) **Data e Ora:** 22/11/2007 - 12:00  
**Richiedente:** SPEA INGEGNERIA EUROPEA SPA - GRUPPO AUTOSTRADE  
 VIA MATTEOTTI, 2  
 BARBERINO DI MUGELLO (FI) 50031  
**Data arrivo campione:** 23/11/2007

(S) Il laboratorio declina ogni responsabilità per le modalità di campionamento.

**ESITO D'ESAME**

Determinazione	Risultato	u.m.	Metodo	Inizio	Fine
Scheletro (2.0 mm < x < 2 cm)	70.9	%	DM 15/02/1990 50.00 n°248 01/10/1990 MAM 2.1.3.3	23/11	23/11
Piombo (Pb)	10.9	mg/Kg s.s.	DM 15/02/1990 50.00 n°248 01/10/1990	23/11	23/11
Cromo (Cr)	18.6	mg/Kg s.s.	DM 15/02/1990 50.00 n°248 01/10/1990	23/11	23/11
Cadmio (Cd)	< j	mg/Kg s.s.	DM 15/02/1990 50.00 n°248 01/10/1990	23/11	23/11
Nichel (Ni)	44.0	mg/Kg s.s.	DM 15/02/1990 50.00 n°248 01/10/1990	23/11	23/11
Zinco (Zn)	102	mg/Kg s.s.	DM 15/02/1990 50.00 n°248 01/10/1990	23/11	23/11
Rame (Cu)	32.3	mg/Kg s.s.	DM 15/02/1990 50.00 n°248 01/10/1990	23/11	23/11
Oli minerali	19.0	mg/Kg s.s.	DM 15/02/1990 50.00 n°248 01/10/1990	23/11	23/11

NOTA: i risultati riportati non sono corretti per lo scheletro.

I risultati riportati sono riferiti al solo campione sottoposto a prova. (\*)=metodo non accreditato  
 I campioni alimentari ed i campioni non deteriorabili sottoposti ad analisi sono conservati per 60 giorni dalla data di arrivo del campione.  
 Campioni di acque, composti e di altre matrici deteriorabili sono conservati fino all'emissione del Rapporto di Prova.

Li, 28/11/2007

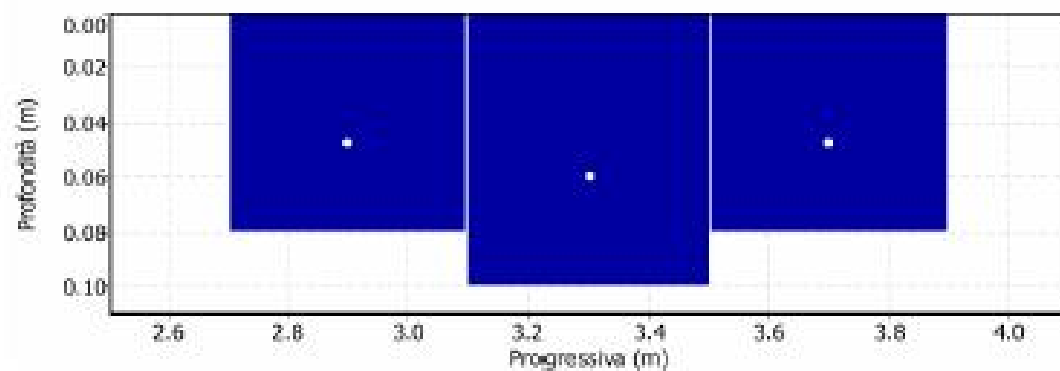
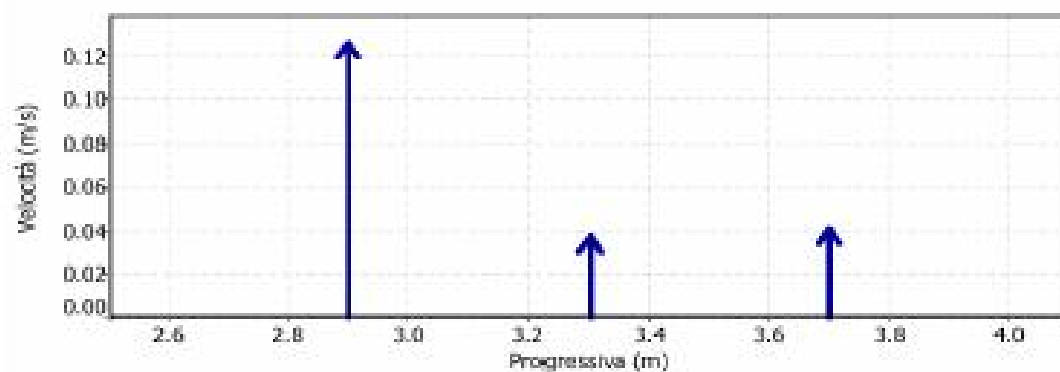


Il Responsabile di Laboratorio  
Dott. Patrizio Nuti

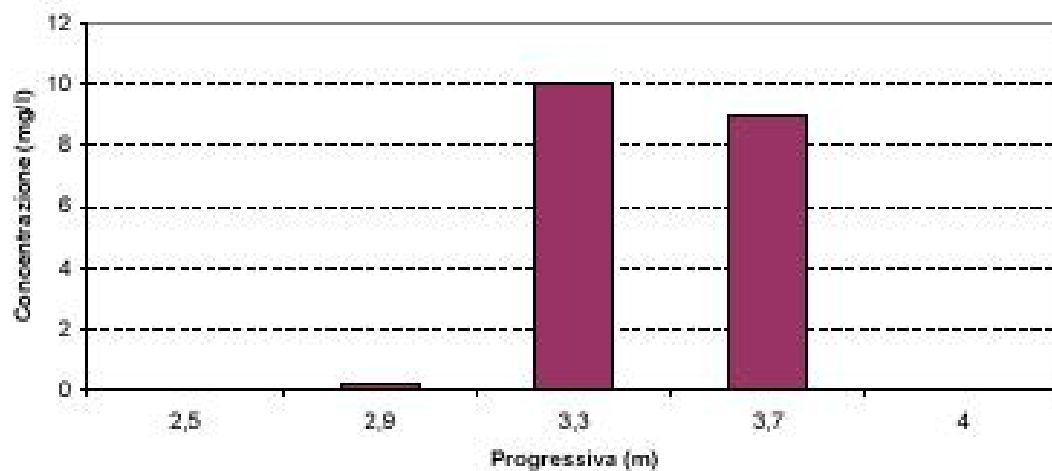
**SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLE DINAMICHE DI TRASPORTO SOLIDO IN ALVEO**



Bacino: Stura      Corso d'acqua: Casaglia  
 Località: Poggiolino      Codice: T/BM/RS/07; Casaglia valle cantiere  
 Larghezza alveo (metri): 7  
 Profondità media (metri): 0,5  
 Quota: m.s.l.m. 403      Data: 13/06/2007      Scheda N°: 1  
 Operatori: L. Bartoloni



**Trasporto solido in sospensione**



### Parametri biologici e fisiografici – ambientali

Per quanto riguarda i parametri biologici, le popolazioni ittiche e di macroinvertebrati bentonici sono condizionate dagli ambienti fisici che le ospitano, le cui variazioni in termini morfologico-idraulici e fisico-chimici producono alterazioni nelle caratteristiche della distribuzione tipologica e quantitativa delle specie e, conseguentemente, modificazioni degli indicatori biologici. Le lavorazioni autostradali possono inoltre provocare modifiche ed alterazioni alla vegetazione perifluviale e alle caratteristiche morfologiche e conseguente perdita o diminuzione della salute ecologica dei corsi d'acqua. Tramite la determinazione di questi parametri si avrà quindi la possibilità di valutare lo stato ecologico dei corsi d'acqua e l'effetto di alterazioni ed inquinamenti delle acque sulle popolazioni di microrganismi. Vengono determinati i seguenti indici:

- Multi-habitat proporzionale (M.H.P.)
- Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.)

Il Metodo MHP (Multi-habitat proporzionale), o MacrOper, 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 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.

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

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

#### Contributo solido degli affluenti del fosso San Giorgio nell'area di rimodellamento di San Donato

Per rispondere alla richiesta del Comitato di Controllo relativa alla briglia di San Donato (rif. Riunione CdC del 12/02/2019) in merito alla valutazione dell'efficacia dell'intervento realizzato è stata proposta un'integrazione del PMA, inserendo un monitoraggio con controlli monte/valle in analogia a quanto previsto per la briglia del cantiere di Bellosguardo (tratta Barberino – Firenze Nord).

In particolare la proposta sviluppa un programma di monitoraggio durante gli eventi pluviometrici più intensi, al fine di valutare l'impatto del trasporto solido del cantiere sul corso d'acqua San Giorgio, a valle della briglia realizzata; essa recepisce sia le osservazioni fatte dall'Autorità di Bacino (doc. rif. Prot.E n. 99-2019 del 04/05/2019) che le osservazioni emerse durante il sopralluogo congiunto effettuato in data 14 maggio 2019 con ARPAT, Autorità di Bacino del Fiume Arno e Comune di Bagno a Ripoli.

Il cantiere si sviluppa nell'area di San Donato (comune Bagno a Ripoli), a valle dell'omonimo centro abitato e si estende per buona parte del bacino imbrifero degli affluenti del fosso San Giorgio (fosso San Donato e fosso Querceto), terminando a valle con l'intervento della briglia sul fosso San Giorgio che identifica la sezione di chiusura del bacino interessato dai lavori autostradali.

#### Monitoraggio in continuo

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

- Stazioni idrometriche e di qualità dell'acqua



Si tratta di stazioni finalizzate al controllo in continuo di punti particolarmente critici nel corso dei lavori. Saranno pertanto 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.

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) e campionatori automatici.

Saranno sempre installati i sensori-base:

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

Un software specifico è preposto all'acquisizione locale dei dati ed alla teletrasmissione.

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.

Ad integrazione dei dati rilevati tramite stazioni in continuo e campagne, si farà riferimento ai dati meteo-climatici registrati mediante apposite centraline previste per il monitoraggio della componente atmosfera.

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.   |

- Sonda multiparametrica di qualità dell'acqua

Si tratta di una stazione finalizzata al controllo in continuo di punti potenzialmente critici nel corso dei lavori. Tale sistema di monitoraggio viene concepito per corsi d'acqua che, durante il periodo estivo, risultano asciutti o con portate molto basse. Nel periodo invernale,

dove il regime di portata lo permette, la sonda multiparametrica può essere installata. L'ubicazione dello strumento è prevalentemente a valle delle aree di cantiere a maggior rischio di interazione con i corsi d'acqua. La sonda viene mantenuta per il solo periodo dei lavori o durante l'esecuzione delle attività a rischio ove il regime di portate lo consenta.

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

Saranno sempre installati i sensori-base:

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

Verrà effettuato uno scarico mensile dei dati che verranno analizzati non appena elaborati. Ad integrazione dei dati rilevati tramite stazioni in continuo, si farà riferimento ai dati meteorologici registrati mediante apposite centraline previste per il monitoraggio della componente atmosfera.

### 3.3.5. Componente acque sotterranee

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico sotterraneo dalla costruzione e dall'esercizio dell'autostrada avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Nella fase di monitoraggio in ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo degli acquiferi potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera le campagne di misura verranno eseguite con la stessa frequenza prevista per la fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni. Le specifiche relative all'esecuzione delle indagini, con il dettaglio delle frequenze e della distribuzione di metodiche e analisi, verranno descritte in modo dettagliato ed esaustivo nei paragrafi seguenti.

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

Tali controlli consisteranno in indagini del seguente tipo:

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

#### Indagini quantitative

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Livello piezometrico su pozzi e piezometri;
- Portata volumetrica su sorgenti;
- 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 in sotterraneo possono operare sul deflusso di falda. Il conseguimento di tali finalità richiede la disponibilità di dati sufficienti a definire le curve di ricarica e di esaurimento della falda.






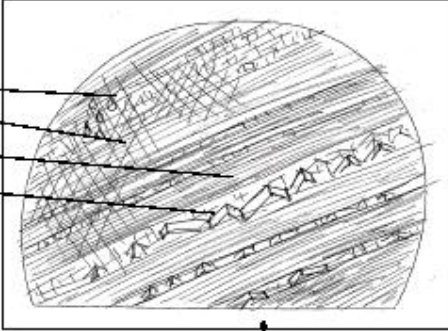

Al momento dell'avvio del monitoraggio ante operam verranno aggiornati i dati relativi alle sorgenti e ai pozzi esistenti e/o ai nuovi piezometri realizzati ad hoc mediante nuovi sopralluoghi e la redazione di schede sintetiche descrittive dei dati caratteristici di tutti i punti monitorati.


La misura di portata delle venute d'acqua in galleria verrà effettuata in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie 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 delle gallerie dove sono previste le venute idriche maggiori.

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, stillicidio, venuta concentrata - pag. 2/3 del rilievo al fronte) e la sua ubicazione rispetto al fronte di scavo (descrizione geostrutturale 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 <span style="float: right;"><input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</span>						
Strutture		1	2	3	4	5
Orientazione	Immersione (°)					
	Inclinazione (°)					
Spessore (cm)						
Superfici	Andamento	Piano				
		Ondulato				
	Scabrezza	Liscia				
		Leggermente scabra				
Eventuali riempimenti NO						
Principale elemento suddivisoriale sistematico						
<input type="checkbox"/> Assente <input checked="" type="checkbox"/> Stratificazione		<input type="checkbox"/> Scistosità <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)						



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 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 del pozzo", ossia la relazione portate/livelli dinamici, sulla base della quale potrà essere definita la portata ottimale di esercizio e la portata critica del pozzo.

#### Indagini qualitative

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

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

#### Indagini qualitative – parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità

La determinazione dei parametri chimico – fisici fornirà una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. Significative variazioni di pH possono essere collegate a fenomeni di dilavamento di conglomerati cementizi e contatto con materiale di rivestimento di opere in sotterraneo. Variazioni della conducibilità elettrica possono essere ricondotti a fenomeni di dilavamento di pasta di cemento con conseguente aumento del contenuto di



ioni o sversamenti accidentali. Infine variazioni significative di temperatura possono indicare modifiche o alterazioni nei meccanismi di alimentazione della falda (sversamenti, apporti di acque superficiali).

#### Indagini qualitative – parametri chimici e microbiologici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Bicarbonato
- Calcio
- Sodio
- Cloruri
- Solfati
- Magnesio
- Potassio
- Nitrati
- Escherichia Coli
- Idrocarburi totali

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 sottterraneo (dilavamento di acque di cantiere, dissoluzione spritz-beton dal rivestimento delle gallerie, contatto con i materiali di rivestimento) o eventuali sversamenti accidentali collegati all'attività dei cantieri e dei campi cantiere (idrocarburi totali, escherichia coli...). Le opere in sottterraneo sono potenzialmente in grado di determinare il drenaggio delle falde oppure 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 delle gallerie sono numerose e possono verificarsi in caso di interferenza diretta tra corpi idrici e gallerie, e nel caso di circuiti idrogeologici brevi e superficiali; effetti di questo tipo sono quindi prospettabili per le captazioni poste a valle delle opere in galleria o dove l'entità della copertura in calotta risulta limitata.

#### 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

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.

Ad integrazione dei dati rilevati tramite stazioni in continuo e campagne, si farà riferimento ai dati meteo-climatici registrati mediante apposite centraline previste per il monitoraggio della componente atmosfera.

### Monitoraggio in continuo

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

Si ritiene opportuno sottolineare come gli studi idrogeologici relativi all'impatto connesso con lo scavo della galleria San Donato, sottoposti agli Enti Competenti nell'ambito di approvazione dell'opera, abbiano evidenziato un rischio di impatto trascurabile sulle captazioni di Torre a Cona.

In ogni caso e comunque facendo riferimento alle prescrizioni C.6.2 del DEC VIA e C.1, C.2 e C.3 della CDS, trattandosi dell'unica risorsa del sistema acquedottistico della frazione di San Donato, Troghi e Cellai, è stata richiesta una particolare attenzione nella valutazione di un'eventuale interferenza con i pozzi dell'acquedotto di Publiacqua in località Torre a Cona, estendendo fra l'altro per tre anni dopo la fine dello scavo della galleria il monitoraggio post operam.

In particolare, trattandosi di pozzi sottoposti ad emungimento continuo, si è reso necessario individuare una metodologia che permetta di individuare eventuali variazioni e oscillazioni anomale nell'andamento piezometrico correlabili con lo scavo della galleria San Donato.

Indispensabili risultano le seguenti operazioni:

1. Installazione di strumentazione in continuo per la lettura della soggiacenza in corrispondenza dei pozzi dove le caratteristiche geometriche lo consentano;
2. Acquisizione degli emungimenti effettuati da Publiacqua SpA in corrispondenza dei pozzi di Torre a Cona da associare al monitoraggio dei livelli piezometrici, secondo metodiche e aggregazione dati da definirsi con il gestore.

Le centraline di monitoraggio saranno caratterizzate da un sensore di pressione integrato e un datalogger per misurazioni del livello. Lo strumento disporrà di una resistente cella di misurazione in ceramica per assicurare una precisione a lungo termine delle misurazioni e il suo datalogger integrato consente di gestire e archiviare tutte le misurazioni a intervalli programmabili dall'utente. Verrà inoltre previsto il controllo e la trasmissione in remoto dei dati.

### **3.3.6. Componente Vegetazione**

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

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

Il potenziale impatto determinato sulla vegetazione dalle fasi di costruzione ed esercizio dell'adeguamento autostradale e l'efficacia delle opere di recupero e ripristino ambientale

rispetto agli obiettivi prefissati, verranno determinati tramite le seguenti metodologie di monitoraggio:

#### Rilievi fitosociologici

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

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

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

Normalmente, mentre per la vegetazione erbacea sono sufficienti superfici di 50-100 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.

### 3.3.7. 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 Urodela (salamandre, tritoni) presenti nel territorio senza ricorrere a metodi che possono risultare cruenti per gli animali (cattura con trappole ecc.).

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

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

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

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

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

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

### **3.3.8. 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 dei vari lotti.

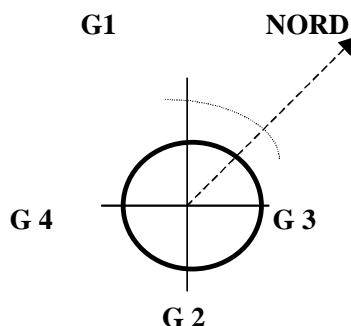
Le metodiche utilizzate sono in grado di fornire le indicazioni necessarie a monitorare e studiare i fenomeni in atto e fornire dati utili sia alla progettazione di interventi di mitigazione, sia alla verifica dell'efficacia di interventi di consolidazione e di stabilizzazione previsti da progetto o 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 sé 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 spiralatura 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 spiralometrica 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 spiralatura 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 ( $L=0.5$ m) 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.

#### 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 - Tratte esterne	12 mesi	43 mesi	12 mesi
2- variante San Donato	12 mesi	53 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 **67 mesi** per il lotto 1 e **77 mesi** per il lotto 2.

Per il lotto 2 relativo alla Variante San Donato, è stata trasmessa la proposta di monitoraggio post operam, definita in ottemperanza alle prescrizioni del DEC VIA a.1.3 e c.6.2, alla luce del parere ARPAT n. 1906 del 13.01.2016 e di quanto stabilito nel corso della riunione del Comitato di Controllo del 28.03.2018 (rif. MAM/119979/SIN/IND/025 prot. CA1 115 del 14/05/19).

Tale proposta prevede il monitoraggio post operam della durata di 3 anni solo per alcune componenti che vengono ritenute significative.

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 tipo di lavorazioni previste per la cantierizzazione e la realizzazione del progetto, quali la realizzazione di rilevati, il deposito temporaneo di materiale, lo scavo delle gallerie e l'infissione di pali, oltre al passaggio di mezzi pesanti lungo la viabilità di servizio e di cantiere, in corrispondenza dei ricettori interferiti dalle lavorazioni in precedenza indicate si provvederà alla verifica della qualità dell'aria, del clima acustico e vibrazionale, quest'ultimo inteso sia come disturbo alle persone, sia come danno alle strutture.

E' stata quindi definita e strutturata una rete di monitoraggio ambientale dedicata ai suddetti aspetti e suddivisa nelle seguenti componenti ambientali: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni.

##### 4.1.1. Atmosfera

Le misure di ante, corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata ed elencati nella tabella n. 4, con le metodiche di riferimento e con frequenza trimestrale per la metodica A2 ed in continuo con la metodica A3 (da definire in accordo con ARPAT l'ubicazione definitiva della centralina fissa). Nelle tabelle 4.1 e 4.2 sono identificati i siti di misura ricadenti nel lotto 1-Tratte esterne e nel lotto 2-Variante San Donato

La centralina andrà ubicata in nell'area di S. Donato dove l'A1 è la principale sorgente emissiva e come evidenziato nel SIA si attendono concentrazioni rilevanti di polveri sottili. Inoltre nella parte iniziale del tracciato i valori di inquinamento di fondo sono rilevanti e non permettono di determinare il contributo autostradale.

I dati della centralina saranno utilizzati - come precisato nei capitoli precedenti - sia per lo studio scientifico finalizzato ad individuare il punto di equilibrio tra i flussi veicolari e le

emissione degli inquinanti che per la sperimentazione finalizzata a determinare il contributo che la sorgente autostradale fornisce all'inquinamento locale.

In particolare i valori rilevati dalle centraline verranno elaborati da un file excel che, dopo avere epurato la base dati da quelli riconosciuti non validi, eseguirà una verifica della "performance" del sistema di monitoraggio calcolando il rapporto tra dati validi e i dati attesi e tra i dati validi e i dati rilevati. Questa analisi verrà svolta sia sui dati totali sia sui dati con centralina sottovento, sopravento o in condizioni di calma di vento. A tal scopo verrà determinato un settore angolare che discrimina le direzioni sottovento da quelle sopravento rispetto all'asse autostradale. Con calma di vento sarà considerata la condizione anemologica che, nella serie storica dei dati validati, è contraddistinta dall'assenza di velocità di vento (per convenzione si considerano gli eventi con velocità del vento minore o uguale a 0,3 m/s).

Alla compilazione delle prime tabelle di riepilogo seguiranno le operazioni mirate a visualizzare il decorso temporale degli inquinanti e dei dati meteorologici.

La rappresentazione grafica dei valori orari rilevati sarà organizzata sia su base settimanale che su tutto il periodo di riferimento (4 o 5 settimane a seconda dei casi); per la direzione prevalente del vento verrà inoltre visualizzata una rosa dei venti centrata sulla stazione di monitoraggio che aiuta la comprensione dell'andamento di questo parametro.

Successivamente, per ogni inquinante, verranno calcolati sia i parametri statistici richiesti dalla vigente normativa, sia alcuni ulteriori parametri complementari utili a descriverne il comportamento.

I parametri statistici elaborati sono:

- per CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>:
  1. il valore medio e il valore massimo orario rilevato;
  2. il minimo ed il massimo dei valori massimi giornalieri;
  3. il minimo ed il massimo dei valori medi giornalieri;
  4. il minimo ed il massimo dei valori minimi giornalieri;
- per il monossido di carbonio CO:
  - la media massima su 8h consecutive (come indicata dal D.M.A. n. 60/2002);
- per il monossido di carbonio O<sub>3</sub>:
  - la media massima su 8h consecutive;
  - il numero di superamenti della soglia di informazione ed allarme (DL 183/2004);
- per il biossido di Azoto NO<sub>2</sub>:
  - il numero di superamenti del limite normativo orario +tolleranza;
- per la frazione inalabile delle polveri PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>:
  - il valore medio rilevato nel periodo;
  - il valore massimo della media giornaliera 24 ore;
  - il numero di superamenti del limite normativo giornaliero;
- per il benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>:
  - il valore medio rilevato nel periodo;
  - il valore massimo della media giornaliera 24 ore;

per la temperatura:

- il valore medio e il valore massimo orario;
- il minimo ed il massimo dei valori massimi giornalieri;

- il minimo ed il massimo dei valori medi giornalieri;
- il minimo ed il massimo dei valori minimi giornalieri;

La base dati di ogni singolo periodo di riferimento è stata quindi scomposta in tre parti:

1. dati rilevati in condizioni di sottovento;
2. dati rilevati in condizioni sopravvento;
3. dati rilevati in condizioni di calma di vento.

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

Anche per quanto riguarda le misure ante operam finalizzate alla definizione degli impatti prodotti dall'infrastruttura autostradale il monitoraggio dovrà essere svolto prima dell'inizio dei lavori. Le centraline fisse (metodica A3) verranno installate durante la fase Ante Operam garantendo comunque rilievi per 12 mesi di monitoraggio.

Il monitoraggio di corso d'opera in corrispondenza dei ricettori interferiti dalle attività dei cantieri sarà avviato a seguito dell'inizio dei lavori ed in presenza di condizioni di normale attività, cioè fintanto che la postazione sarà soggetta ad impatto determinato dalle attività di cantiere.

Nel presente Piano si è optato per la scelta della metodica A2 per valutare l'impatto determinato dai cantieri dove le Polveri Totali Sospese (PTS) possono essere ritenute il principale ed unico inquinante derivante dalle normali attività di cantiere

Inoltre come prescritto dal Dec. Via n.11 del 21/01/2015 è stato inserito un sito (A1-FS-BR-A2-05) per il monitoraggio delle PTS in prossimità del rimodellamento morfologico.

Il PMA è stato integrato su richiesta del comune di Bagno a Ripoli ed Arpat per rispondere alle richieste della cittadinanza inserendo n. 3 siti per il monitoraggio delle PTS ed n. 1 siti per il monitoraggio della qualità dell'aria nell'abitato dell'Antella. In particolare i siti di polveri erano finalizzati a verificare se le lavorazioni in corso determinavano superamento delle soglie mentre il mezzo mobile è finalizzato alla verifica della qualità dell'aria successivamente all'entrata in esercizio della galleria artificiale dell'Antella

Il monitoraggio ante operam, in corso d'opera e post operam, finalizzato sia alla valutazione dell'impatto da traffico autostradale che quello determinato dai transiti dei mezzi lungo le piste di cantiere, avverrà con metodica A3 (centralina fissa) 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 nelle Tabelle 4.1 e 4.2.

L'ubicazione delle sezioni di monitoraggio è individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue. L'ubicazione della centralina fissa (metodica A3) verrà concordata con i gestori della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, in maniera tale da assicurare l'integrazione della centralina all'interno della suddetta rete.

Esempio di codice completo:           **A1-FS-BR-A2-01**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**FS** = Firenze Sud - Incisa

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

BR = Bagno a Ripoli;

RA = Rignano sull'Arno;

IV = Incisa Valdarno;

**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 totali sospese (PTS) per 15 giorni con campionatore sequenziale (ante operam, corso d'opera);

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

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						NOTE	
Codice	Descrizione	Ante Operam			Corso d'Opera		Post Operam		
		A1	A2	A3	A2	A3	A1	A3	
A1-FS-BR-A2-01	Cantiere/ impianto di metonaggio	-	4	-	19	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A1-FS-RA-A3-02	Viabilità/ Esercizio	-	-	4	-	19	-	4	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A1-FS-IV-A2-04	Area di deposito	-	4	-	19	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A1-FS-BR-A2-06	G. Antella	-	-	-	1	-	-	-	Sito integrativo dove in base ai risultati della prima campagna si decide se proseguire il monitoraggio
A1-FS-BR-A2-07	Fronte avanzament o	-	-	-	1	-	-	-	Sito integrativo dove in base ai risultati della prima campagna si decide se proseguire il monitoraggio
A1-FS-BR-A2-08	Fronte avanzament o	-	-	-	1	-	-	-	Sito integrativo dove in base ai risultati della prima campagna si decide se proseguire il monitoraggio
A1-FS-BR-A1-10	Esercizio G. Antella	4					4		Sito integrativo su richiesta del comune ed Arpat
<b>TOTALE</b>		<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	

Tabella 4.1 - Piano delle misure da effettuare Lotto 1 – ATMOSFERA

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						NOTE
Codice	Descrizione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		A2	A3	A2	A3	A2	A3	
A1-FS-RA-A3-02	Viabilità/ Esercizio		4		19		4	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.

A1-FS-RA-A2-03*	Area di deposito	4	-	19	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
A1-FS-BR-A2-05	Rimodellamento Morfologico	4	-	19	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in Corso d'Opera.
<b>TOTALE</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>38</b>	<b>19</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	

Tabella 4.2 - Piano delle misure da effettuare Lotto 2 – ATMOSFERA

\* Sito di monitoraggio rilocalizzato con il nuovo tracciato galleria San Donato

#### 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 cantierizzati, dagli imbocchi di gallerie, verranno svolte preventivamente alla installazione dei cantieri stessi e allo svolgimento di attività rumorose quali bonifica bellica, decespugliamenti, sbancamenti, al fine di acquisire lo stato ambientale in condizioni indisturbate.

In particolare, i rilievi fonometrici di corso d'opera sono finalizzati ad individuare l'impatto dei cantieri, dei fronti di avanzamento lavori e delle viabilità di servizio individuando i ricettori più vicini alla sorgente di rumore ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di Impatto Ambientale. Per la fase post operam sono stati individuati diverse tipologie di ricettori su cui eseguire i rilievi fonometrici:

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

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

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

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

Le misure verranno eseguite nella fase di ante operam in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegare e indicate nella tabella 8 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 allegata e indicati in tabella 5.

Nelle tabelle 5.1 e 5.2 sono identificati i siti di misura ricadenti nel lotto 1-Tratte esterne e nel lotto 2- Variante San Donato

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. Inoltre è stato individuato un ricettore (A1-FS-BR-R3-16) in cui estendere il monitoraggio post operam ad una durata di 2 anni in modo da valutare l'eventuale decadimento delle prestazioni acustiche del manto fonoassorbente. Per tale ricettore verranno rilevati, in contemporanea ai livelli acustici anche i parametri del traffico (volume, composizione e velocità dei veicoli).

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

#### Ubicazione delle stazioni di misura

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

Esempio di codice completo:           **A1-FS-BR-R2-01**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**FS** = Firenze Sud - Incisa

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

BR = Bagno a Ripoli;

RA = Rignano sull'Arno;

IV = Incisa Valdarno;

**R1** = Metodica di Monitoraggio

Metodica R1 Misure di breve periodo, postazioni mobili assistite da operatore, per rilievi di traffico sulle viabilità di cantiere (ante operam, corso d'opera);

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	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R4	R5	R3	R4bis	
A1-FS-BR-R2-01	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-01	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-01	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R3-02	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale
A1-FS-BR-R2-03	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-03	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-03	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R2-04	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-04	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-04	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R2-05	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-05	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-05	Fronte avanzamento								1			Ricettore Sensibile
A1-FS-BR-R3-06	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale
A1-FS-BR-R2-07	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-07	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-07	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R2-08	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-08	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-08	Fronte avanzamento								1			



IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO										Note
		Ante Operam				Corso d'Opera					Post Operam	
Codice	Descrizione	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R4	R5	R3	R4bis	
A1-FS-BR-R2-09	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-09	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-09	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R2-10	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-10	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-10	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R3-11	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale
A1-FS-BR-R2-12	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-12	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-12	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R3-13	Esercizio			1						1		Fuori fascia di pertinenza autostradale
A1-FS-BR-R2-14	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-14	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-14	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R2-15	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-15	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-15	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R3-16	Esercizio			1						2		Interno fascia di pertinenza autostradale
A1-FS-BR-R2-17	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-17	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-17	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R3-19	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale
A1-FS-BR-R2-20	Cantiere impianto betonaggio		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-20	Cantiere impianto betonaggio				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-20	Cantiere impianto betonaggio								1			
A1-FS-RA-R2-27	Area lavoro		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-RA-R4-27	Area lavoro				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-RA-R5-27	Area lavoro								1			
A1-FS-IV-R2-28	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO										Note
		Ante Operam				Corso d'Opera				Post Operam		
Codice	Descrizione	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R4	R5	R3	R4bis	
A1-FS-IV-R4-28	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-IV-R5-28	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-IV-R2-29	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-IV-R4-29	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-IV-R5-29	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-IV-R3-30	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale
A1-FS-IV-R4b-30	Esercizio										1	
A1-FS-IV-R2-31	Area lavoro		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-IV-R4-31	Area lavoro				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-IV-R5-31	Area lavoro								1			
A1-FS-IV-R3-32	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale
A1-FS-IV-R4b-32	Esercizio										1	
A1-FS-IV-R2-33	Area di deposito		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-IV-R4-33	Area di deposito				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-IV-R5-33	Area di deposito								1			
<b>TOTALE</b>		-	18	6	18	19	342	342	18	7	2	

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO										Note
		Ante Operam				Corso d'Opera				Post Operam		
Codice	Descrizione	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R4	R5	R3	R4bis	
A1-FS-BR-R2-18*	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R4-18*	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-BR-R5-18*	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-BR-R1-21*	Viabilità di servizio	1				19						Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-RA-R2-22*	Galleria S. Donato		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi. Verifica rumore solido
A1-FS-RA-R4-22*	Galleria S. Donato				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi. Verifica rumore solido
A1-FS-RA-R2-23*	Area di deposito		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-RA-R4-23*	Area di deposito				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-RA-R5-23*	Area di deposito								1			
A1-FS-RA-R3-24	Esercizio			1						1		Interno fascia di pertinenza autostradale

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO										Note
		Ante Operam				Corso d'Opera					Post Operam	
Codice	Descrizione	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R4	R5	R3	R4bis	
A1-FS-RA-R2-25	Fronte avanzamento		1				19					Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-RA-R4-25	Fronte avanzamento				1			19				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 56 mesi
A1-FS-RA-R5-25	Fronte avanzamento								1			
A1-FS-RA-R3-26	Esercizio			1						1		Fuori fascia di pertinenza autostradale
<b>TOTALE</b>		<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	

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

\* Siti di monitoraggio rilocalizzati con il nuovo tracciato galleria San Donato

I ricettori nelle fasce di pertinenza sono così suddivisi:

- rispetto limiti senza mitigazioni: A1-FS-BR-R3-02 - A1-FS-BR-R3-16 e A1-FS-RA-R3-25;
- rispetto limiti con mitigazioni: A1-FS-BR-R3-11 - A1-FS-BR-R3-19
- interventi diretti sui ricettori: A1-FS-IV-R3-31 e A1-FS-IV-R3-33

Inoltre vengono monitorati l'ospedale e due ricettori fuori fascia di pertinenza

Oltre ai ricettori sopra indicati nella fase post operam verranno eseguite misure con metodica R4bis presso tutti i ricettori individuati nello studio acustico che presentano un esubero dei limiti di legge e per i quali si prevede l'installazione di finestre silenti

#### 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-Tratte esterne e nel lotto 2- Variante San Donato

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 tale studio si evidenzia che i cantieri fissi non determinano impatti mentre vengono individuati una serie di abitazioni dove i fronti di avanzamento possono determinare livelli tali da arrecare disturbo ai residenti. Tra i punti di misura viene considerato anche l'Ospedale Santa Maria Annunziata.

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

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

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

#### Monitoraggio post operam

Le vibrazioni dovute al traffico autoveicolare non determinano, se lo strato d'usura della pavimentazione stradale è priva di discontinuità, problemi di disturbo sugli edifici prossimi alla sede stradale.

I rilievi verranno svolti solo in alcuni ricettori sensibili che richiedano una verifica dello stato di stabilità delle strutture.

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

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-FS-BR-V1-01**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**FS** = Firenze Sud - Incisa

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

BR = Bagno a Ripoli;

RA = Rignano sull'Arno;

IV = Incisa Valdarno;

**V1** = Metodica di Monitoraggio

V1 = Misura di breve periodo finalizzate al disturbo (ante operam, corso d'operam, post 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	Codice	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A1-FS-BR-V1-01	Fronte Avanzamento	1	-	19	-	1	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V2-01	Fronte Avanzamento	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V1-02	Fronte Avanzamento	1	-	19	-	1	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V2-02	Fronte Avanzamento	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V1-03	Fronte Avanzamento	1	-	19	-	1	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V2-03	Fronte Avanzamento	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V1-04	Fronte Avanzamento	1	-	19	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V2-04	Fronte Avanzamento	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V1-05	Fronte Avanzamento	1	-	19	-	1	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V2-05	Fronte Avanzamento	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V1-06	Fronte Avanzamento	1	-	19	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V2-06	Fronte Avanzamento	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V1-07	Fronte Avanzamento	1	-	19	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V2-07	Fronte Avanzamento	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V1-08	Fronte Avanzamento	1	-	19	-	1	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.

A1-FS-BR-V2-08	Fronte Avanzamento	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V1-20	Fronte Avanzamento	1	-	5	-	-	-	Rilievi integrativi da eseguire in presenza delle lavorazioni impattanti
A1-FS-BR-V2-20	Fronte Avanzamento	-	-	-	5	-	-	Rilievi integrativi da eseguire in presenza delle lavorazioni impattanti
A1-FS-BR-V1-22	Fronte Avanzamento	-	-	5	-	-	-	Rilievi integrativi da eseguire in presenza delle lavorazioni impattanti
A1-FS-BR-V2-22	Fronte Avanzamento	-	-	-	5	-	-	Rilievi integrativi da eseguire in presenza delle lavorazioni impattanti
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>162</b>	<b>162</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	

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

IDENTIFICAZIONE RICETTORE		IDENTIFICAZIONE RICETTORE						NOTE
Codice	Codice	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A1-FS-BR-V1-09	Fronte Avanzamento	1	-	19	-	1	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-BR-V2-09	Fronte Avanzamento	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-RA-V1-10*	Galleria S. Donato	1	-	19	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-RA-V2-10*	Galleria S. Donato	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-RA-V1-11	Galleria S. Donato	1	-	19	-	1	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A1-FS-RA-V2-11	Galleria S. Donato	-	-	-	19	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 56 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	

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

\* Siti di monitoraggio rilocalizzati con il nuovo tracciato galleria San Donato

## 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 sotterraneo, quali le gallerie, scavi e trincee o paratie di una certa rilevanza, 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

Il progetto di ampliamento della terza corsia dell'autostrada A1, nel tratto Firenze Sud- Incisa Valdarno, prevede un tracciato che è in gran parte aderente a quello dell'autostrada esistente.

Le sezioni di controllo relative alla componente "Acque Superficiali" sono state posizionate sui corsi d'acqua significativi in prossimità delle aree di cantiere ed in prossimità delle lavorazioni principali che potrebbero alterare le caratteristiche qualitative degli stessi corsi d'acqua.

Di seguito vengono sinteticamente descritte le zone interessate da interventi e lavorazioni potenzialmente interferenti con le acque superficiali e che saranno oggetto di monitoraggio ambientale; partendo dall'inizio degli interventi si incontrano:

"Torrente Ema": Il torrente Ema verrà interessato dall'allargamento in corsia sud con il relativo ponte di attraversamento ed un allungamento del tombino a fianco. Il tracciato autostradale nel tratto di interesse interseca il corso d'acqua alla progressiva Km 1+500 (Tratta A) in corrispondenza del quale il bacino sotteso ha una superficie di circa 100 Km<sup>2</sup>. La forma del bacino risulta tozza con la dimensione più estesa in direzione NO-SE; la tipologia strutturale del drenaggio presenta situazioni di tipo sud dendritico. Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni autostradali sul torrente Ema si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle dell'autostrada A1.

"Fosso Rimezzano" il fosso Rimezzano verrà interessato dall'allargamento in corsia nord e sud lungo il corso d'acqua che in questo tratto scorre parallelo all'autostrada dalla progressiva Km 5+150 alla progressiva Km 5+450 (Tratta A), con formazione di rilevato. Il corso d'acqua è caratterizzato da una qualità ambientale globale media con una naturalità dell'alveo di giudizio medio. Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni autostradali si prevede una sezione di controllo ubicata a valle dell'intervento.

"Fosso di Querceto" il fosso di Querceto sarà interessato dalle lavorazioni autostradali e intersecherà il tracciato alla progressiva km 7+950 . Il bacino idrografico sotteso ha una superficie di 1,56 Km<sup>2</sup> e la lunghezza dell'asta principale è di 1.7 Km. Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni autostradali sul fosso di Querceto si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle del cantiere.

"Borro San Donato" il borro San Donato non interseca direttamente il tracciato autostradale, ma sarà interessato dalla realizzazione di due aree di cantiere. Il corso d'acqua si trova nel bacino del torrente Ema ed ha una lunghezza di 1,79 km alla confluenza con il borro San

Giorgio. Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con i cantieri autostradale sul borro San Donato si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle dei cantieri.

“Borro San Giorgio” il borro San Giorgio viene interessato dal piano di monitoraggio principalmente perché in esso confluiscono il Borro San Donato e il Fosso di Querceto. A valle delle suddette confluenze verrà prevista una sonda multiparametrica o centralina in continuo per il monitoraggio dei parametri chimico-fisici (pH, conducibilità, temperatura) e della torbidità.

“Fosso Gamberaia” il fosso Gamberaia sarà interessato dalle lavorazioni autostradali principalmente perché scorrerà nei pressi dell'area di cantiere dell'imbocco sud variante Galleria San Donato. Il bacino idrografico sotteso ha una superficie di 1 Km<sup>2</sup> e la lunghezza dell'asta principale è di 1.7 Km. Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni autostradali sul fosso Gamberaia si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle del cantiere.

“Fosso Troghi” il fosso Troghi non interseca direttamente il tracciato autostradale, ma sarà interessato dalla realizzazione di alcuni tratti della viabilità di servizio e costituisce inoltre il ricettore del fosso di Querceto, del fosso Pisciale e del fosso Ribugio. Alla confluenza col fosso Troghi gli ultimi due corsi d'acqua nominati, interessati dalla realizzazione di un'area di pertinenza autostradale e di un sottovia, presentano bacini imbriferi minimi (inferiori al km<sup>2</sup>) e non risultano regolarmente monitorabili. Per tale motivo per controllare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni autostradali si prevedono tre sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte della confluenza con il fosso di Querceto, una a valle della confluenza con il fosso Pisciale ed una a valle della confluenza col fosso Ribugio.

“Fosso Farneto, Fosso delle Valli” il fosso Farneto sarà interessato dalla realizzazione di un tombino. Il motivo principale per cui tale fosso è inserito nel piano di Monitoraggio è la presenza dell'area di lavoro prevista a monte del corso d'acqua il quale si immette nel Fosso delle Valli nel punto di intersezione autostradale (progressiva 1+200 Tratta C). Per tale motivo sono previste rispettivamente una sezione di controllo ubicata sul fosso Farneto a monte dell'autostrada A1 ed una sezione di controllo sul fosso delle Valli ubicata a valle dell'autostrada A1.

“Fosso Massone” il fosso Massone sarà interessato dalla costruzione del nuovo ponte a tre campate con pila in alveo. Il tracciato della nuova sede autostradale intersecherà il corso d'acqua alla progressiva Km 1+900 (Tratta C). Il bacino idrografico sotteso ha una superficie di 3,5 Km<sup>2</sup> e la lunghezza dell'asta principale è di 2,92 Km. Il corso d'acqua è caratterizzato da una qualità ambientale globale media con una naturalità dell'alveo di giudizio medio. Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni autostradali sul Fosso Massone si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle degli interventi.

“Fosso dei Bagnani” il fosso dei Bagnani, che confluisce a valle dell'autostrada nel fosso del Burchio, sarà interessato dalla realizzazione di un sottovia; Il tracciato della nuova sede autostradale intersecherà il corso d'acqua alla progressiva Km 5+300 (Tratta C). Il bacino idrografico sotteso ha una superficie di 2,9 Km<sup>2</sup> e la lunghezza dell'asta principale è di 5,6 Km. Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni autostradali sul fosso dei Bagnani si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle degli interventi.

“Fosso del Burchio” il fosso del Burchio sarà interessato dalla costruzione di un nuovo ponticello ad arco. Il tracciato della nuova sede autostradale intersecherà il corso d'acqua alla progressiva Km 5+500 (Tratta C). Il bacino idrografico sotteso ha una superficie di 7,63 Km<sup>2</sup> e la lunghezza dell'asta principale è di 6 Km. Il corso d'acqua è caratterizzato da una



qualità ambientale globale media con una naturalità dell'alveo di giudizio medio. Per monitorare gli effetti verso valle delle eventuali interferenze con le lavorazioni autostradali sul Fosso del Burchio si prevedono due sezioni di controllo ubicate rispettivamente una a monte ed una a valle degli interventi.

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-FS-BR-SU-EM-01**

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

**FS** = tratto in esame Firenze Sud - Incisa

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

BR = Bagno a Ripoli;

RA = Rignano sull'Arno;

IV = Incisa Valdarno;

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

**EM** = individuazione punto di misura: "Torrente Ema"

EM = Torrente Ema;

RI = Fosso Rimezzano;

QU = Fosso Querceto;

SD = Borro San Donato;

SG = Borro San Giorgio

GA = Fosso Gamberaia;

TR = Fosso Troghi

FR = Fosso Farneto

VA = Fosso delle Valli

MA = Fosso Massone;

BA = Fosso dei Bagnani;

BU = Fosso del Burchio;

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

Le tabella 6.1 e 6.2 riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune suddivise tra lotto 1-Tratte esterne e lotto 2- Variante San Donato

Stazione	Denominazione	Comune
A1-FS-BR-SU-EM-01	Torrente Ema monte	Bagno a Ripoli
<b>A1-FS-BR-SU-EM-02</b>	<b>Torrente Ema valle</b>	<b>Bagno a Ripoli</b>
A1-FS-BR-SU-RI-MONTE	Fosso Rimezzano monte	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-RI-03	Fosso Rimezzano	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-SD-06*	Borro San Donato monte	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-SD-06bis*	Borro San Donato monte bis	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-SD-06ter*	Borro San Donato monte ter	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-SD-07	Borro San Donato valle	Bagno a Ripoli
A1-FS-RA-SU-FR-13	Fosso Farneto monte	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SU-VA-14	Fosso delle Valli valle	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SU-MA-15	Fosso Massone monte	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SU-MA-15bis	Fosso Massone monte bis	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SU-MA-16	Fosso Massone Valle	Rignano sull'Arno
A1-FS-IV-SU-BA-17	Fosso dei Bagnani monte	Incisa Valdarno
A1-FS-IV-SU-BA-18	Fosso dei Bagnani valle	Incisa Valdarno
A1-FS-IV-SU-BU-19	Fosso del Burchio	Incisa Valdarno
A1-FS-IV-SU-BU-20	Fosso del Burchio	Incisa Valdarno
<b>A1-FS-BR-SU-SG-21</b>	<b>Borro San Giorgio</b>	<b>Bagno a Ripoli</b>

Tabella 4.1 – Elenco stazioni di monitoraggio lotto 1 (in grassetto: punto di misura con strumentazione in continuo)

Stazione	Denominazione	Comune
A1-FS-BR-SU-QU-04	Fosso di Querceto monte	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-QU-05	Fosso di Querceto valle	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-SD-06*	Borro San Donato monte	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-SD-06bis*	Borro San Donato monte bis	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-SD-06ter*	Borro San Donato monte ter	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-SD-07	Borro San Donato valle	Bagno a Ripoli
A1-FS-RA-SU-GA-08	Fosso Gamberaia monte	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SU-GA-09*	Fosso Gamberaia valle	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SU-TR-10	Fosso Troghi monte Gamberaia	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SU-TR-11	Fosso Troghi valle Piscinale	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SU-TR-12	Fosso Troghi valle Ribuio	Rignano sull'Arno
<b>A1-FS-BR-SU-SG-21</b>	<b>Borro San Giorgio</b>	<b>Bagno a Ripoli</b>

Tabella 5.2 – Elenco stazioni di monitoraggio lotto 2 (in grassetto: punto di misura con strumentazione in continuo)

\* Siti di monitoraggio rilocalizzati con il nuovo tracciato galleria San Donato

In blu sono riportate le sezioni non più monitorate perché ricollocate

La sezione di monte del fosso Massone è risultata quasi sempre inaccessibile. In seguito ad un sopralluogo del 12/05/2014 è stata individuata una sezione alternativa per i rilievi a monte dell'attraversamento autostradale. Tra tale sezione e quella fissata da PMA (A1-FS-RA-SU-MA-15) non insistono pressioni. Dal secondo trimestre 2014 la sezione A1-FS-RA-SU-MA-15 è stata sostituita con la sezione A1-FS-RA-SU-MA-15BIS.

Per una migliore comprensione dei contributi del fosso San Donato e del fosso Querceto e della loro interazione, dal secondo trimestre 2016, sono state estese le misure per campagne anche alla loro confluenza, ovvero alla sezione A1-FS-BR-SU-SG-21 Borro San Giorgio in modo da poter interpretare i dati di bianco della componente idrico superficiale con maggiore chiarezza.

La sezione A1-FS-BR-SU-SD-06 risultata di difficile accesso è stata sostituita dal terzo trimestre 2016 dalla sezione A1-FS-BR-SU-SD-06bis. Dal primo trimestre 2019, a causa della elevata distanza di questa dal cantiere e della nuova accessibilità al nuovo punto, la sezione A1-FS-BR-SU-SD-06bis è stata sostituita da A1-FS-BR-SU-SD-06ter .

A seguito dell'approntamento del cantiere nei pressi del corso d'acqua Rimezzano, si è resa raggiungibile ed accessibile anche la zona di monte. E' stata pertanto inserita, dal secondo trimestre 2018, nelle misure di controllo da PMA la sezione di monte A1-FS-BR-SU-RI-MONTE.

I parametri di misura comprendono un set standard (A1+A2) contenente le indagini quantitative e i parametri chimico fisici, un set A11 relativo alla determinazione del trasporto solido in sospensione, un set contenente parametri chimici specialistici (A3), un set riguardante i parametri microbiologici (A4), un set relativo ai sedimenti (A5), un set relativo all'Indice Biotico Esteso (A6) e un set relativo all'Indice Funzionalità Fluviale (A7). In tabella 7 si riporta il dettaglio dei parametri contenuti nei vari set:

<b>CODICE SET FUNZIONALE</b>	<b>CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO</b>
A1	Q – Misura correntometrica della portata Parametri Idrologico – Idraulici
A11	QTS – Trasporto solido in sospensione
A2	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica O.D. – Ossigeno Disciolto SST – Solidi Sospesi Totali
A3	C.O.D. Idrocarburi totali Cromo totale Nichel Zinco Cadmio Cloruri Solfati Calcio Alluminio
A4	Escherichia Coli
A5 (sedimenti)	Nichel Cromo Cadmio Rame Zinco Oli minerali (Caratterizzazione con gascromatografia)
A51	Scheda di caratterizzazione delle dinamiche di trasporto solido in alveo
A6	M.H.P.- Multi-habitat Proporzionale
A7	I.F.F. – Indice di Funzionalità Fluviale

Tabella 6 - 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 A11

Determinazione del trasporto solido in sospensione, verrà effettuato solo in corrispondenza dei corsi d'acqua principali

### 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 A51

Il Set A51 è finalizzato alla caratterizzazione qualitativa delle dinamiche di trasporto solido in alveo, che avverrà sia tramite indagini di tipo fisico (valutazione della granulometria del sedimento di fondo, valutazione del trasporto solido in sospensione), sia di tipo chimico (analisi chimiche di laboratorio su sedimenti), sia di tipo morfologico (rilievi delle sezioni trasversali). Il set A51 viene effettuato sempre in concomitanza con il set A5 ed è facoltativamente associato al set A11 di determinazione del trasporto solido in sospensione.

### SET A6

In questo set di parametri rientra la determinazione del Multi-habitat proporzionale (M.H.P), basato su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati in corsi d'acqua in linea con le richieste della legge europea 2000/60/EC. Tale rilievo, oltre a permettere una valutazione delle caratteristiche complessive dei bacini idrografici e dell'impatto dell'attività antropica, fornisce un giudizio sintetico sulla qualità, e relative evoluzioni, dell'ambiente fluviale interessato dalle lavorazioni autostradali.

### SET A7

Il set A7 prevede la determinazione dell'Indice di 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-FS-BR-SU-EM-01	Torrente Ema monte	A1+A11+A2+A3+A4+A5+A51+A6
<b>A1-FS-BR-SU-EM-02</b>	<b>Torrente Ema valle</b>	<b>A1+A11+A2+A3+A4+A5+A51+A6+A7*</b>
A1-FS-BR-SU-RI-MONTE	Fosso Rimezzano monte	A1+A2+A3+A5
A1-FS-BR-SU-RI-03	Fosso Rimezzano	A1+A11+A2+A3+A5+A6+A7*
A1-FS-BR-SU-QU-04	Fosso di Querceto monte	A1+A2+A3+A5
A1-FS-BR-SU-QU-05	Fosso di Querceto valle	A1+A2+A3+A5
A1-FS-BR-SU-SD-06*	Borro San Donato monte	A1+A2+A3+A5
A1-FS-BR-SU-SD-06bis*	Borro San Donato monte bis	A1+A2+A3+A5
A1-FS-BR-SU-SD-06ter*	Borro San Donato monte ter	A1+A2+A3+A5
A1-FS-BR-SU-SD-07	Borro San Donato valle	A1+A2+A3+A5
A1-FS-RA-SU-GA-08	Fosso Gamberaia monte	A1+A2+A3+A5
A1-FS-RA-SU-GA-09**	Fosso Gamberaia valle	A1+A2+A3+A5
A1-FS-RA-SU-TR-10	Fosso Troghi monte Gamberaia	A1+A11+A2+A3+A5+A51
A1-FS-RA-SU-TR-11	Fosso Troghi valle Piscinale	A1+A11+A2+A3+A5+A51
A1-FS-RA-SU-TR-12	Fosso Troghi valle Ribuiò	A1+A11+A2+A3+A5+A51
A1-FS-RA-SU-FR-13	Fosso Farneto monte	A1+A2+A3+A5
A1-FS-RA-SU-VA-14	Fosso delle Valli valle	A1+A2+A3+A5
A1-FS-RA-SU-MA-15	Fosso Massone monte	A1+A2+A3+A5+A6
A1-FS-RA-SU-MA-15bis	Fosso Massone monte bis	A1+A2+A3+A5+A6
A1-FS-RA-SU-MA-16	Fosso Massone Valle	A1+A2+A3+A5+A6+A7*
A1-FS-IV-SU-BA-17	Fosso dei Bagnani monte	A1+A2+A3+A5
A1-FS-IV-SU-BA-18	Fosso dei Bagnani valle	A1+A2+A3+A5
A1-FS-IV-SU-BU-19	Fosso del Burchio	A1+A11+A2+A3+A5+A6
A1-FS-IV-SU-BU-20	Fosso del Burchio	A1+A11+A2+A3+A5+A6+A7*
<b>A1-FS-BR-SU-SG-21</b>	<b>Borro San Giorgio</b>	<b>A1+A2+A3+A5</b>

Tabella 7 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali (in grassetto: punto di misura con strumentazione in continuo)

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

\*\* Siti di monitoraggio rilocalizzati con il nuovo tracciato galleria San Donato

In blu sono riportate le sezioni non più monitorate perché ricollocate

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, ove necessario, con la frequenza maggiore rispetto alla fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni, con particolare riferimento alle sezioni ove non è presente il monitoraggio in continuo. Su richiesta da parte di ARPAT e dell'Autorità di Bacino prosegue, con frequenza semestrale, il monitoraggio dei vari corsi d'acqua per avere conferma dei parametri già rilevati ove le analisi ante-operam sono terminate.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
A1, A2	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
A3	Trimestrale	Trimestrale	Semestrale
A11, A4, A5, A51	Trimestrale	Trimestrale	Semestrale
A6	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale
A7	Annuale	Annuale	Annuale

Tabella 8 – Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali - \*sezioni con monitoraggio in continuo

Si riporta di seguito il dettaglio delle sezioni e le caratteristiche della strumentazione in continuo. Per il borro San Giorgio verrà valutato se il regime di portate permette l'utilizzo di strumentazione in continuo tutto l'anno o se sarà necessario l'utilizzo della sonda multiparametrica nel periodo invernale quando le portate risultano sufficienti per l'utilizzo di tale strumentazione.

Stazione	Denominazione	Strumentazione in continuo
A1-FS-BR-SU-EM-02	T. Ema valle	Livello idrometrico (H), pH, Conducibilità elettrica, torbidità
A1-FS-BR-SU-SG-21	Borro San Giorgio	Sonda multiparametrica/ centralina in continuo con misura pH, Conducibilità elettrica, torbidità / Livello idrometrico (H),

Tabella 9 – Strumentazione in continuo

Per quanto riguarda il contributo solido (analisi dei SST e torbidità) si riporta di seguito le sezioni per il monitoraggio:

- sul Borro San Donato sezione di monte (sito di monitoraggio **A1-FS-BR-SU-SD-06ter**).
- sul Borro San Donato a valle del cantiere e a valle dell'immissione dell'affluente destro (sito di monitoraggio **A1-FS-BR-SU-SD-07bis**);
- sul Fosso di Querceto a monte del cantiere (sito di monitoraggio **A1-FS-BR-SU-QU-04**);
- sul Fosso di Querceto a valle del cantiere (sito di monitoraggio **A1-FS-BR-SU-QU-05**);
- sul Borro San Giorgio a valle della briglia (sito di monitoraggio **A1-FS-BR-SU-SG-21**);
- sul pozzetto di immissione delle acque di seconda pioggia a monte della briglia.

La procedura di campionamento si attiva per eventi pluviometrici di durata pari ad almeno un'ora con una cumulata di pioggia uguale o superiore a 5 mm.

In seguito o in concomitanza degli eventi pluviometrici sopra descritti si effettuano campioni per la misura di concentrazione dei solidi sospesi e di torbidità sui vari punti proposti; i punti proposti verranno eventualmente aggiornati in caso risultino inaccessibili con l'avanzamento del cantiere.

Il monitoraggio integrativo è iniziato nel mese di ottobre 2019.

#### 4.2.2. Acque Sotterranee

Il tracciato autostradale inizia a sud della città di Firenze, in comune di Bagno a Ripoli, attraversa quindi il torrente Ema all'altezza dell'abitato di S. Piero a Ema per dirigersi in salita verso il valico in corrispondenza dell'abitato di San Donato in Collina, lambendo gli abitati di Antella prima e Osteria Nuova poi. Dirigendosi in salita verso il valico lambisce gli abitati di Taiano e La Gambaccina posti a monte della sede autostradale, sul lato in carreggiata nord.

Superato il valico di San Donato, con l'attraversamento in sotterraneo in corrispondenza delle omonime gallerie, il tracciato entra in comune di Rignano sull'Arno è caratterizzato dalla lunga discesa in sponda sinistra del fiume Arno. L'intervento si chiude quindi poco prima dell'attraversamento del Fiume Arno, in corrispondenza dell'omonimo viadotto.

Il progetto di ampliamento prevede la realizzazione di un nuovo tratto in galleria; per quanto riguarda l'opera principale in sotterraneo (galleria San Donato) il tracciato interessa principalmente la Formazione del Sillano, composta da una forte componente argillitica e marnosa e caratterizzata da un grado di permeabilità da basso a scarso.

Sulla base degli studi idrogeologici disponibili, è stato quindi delineato un sistema di monitoraggio mirato essenzialmente al controllo degli effetti legati alla realizzazione della suddetta galleria. Secondo lo studio di impatto ambientale non si prevedono impatti dovuti ad interferenze tra la falda e le opere in progetto al di fuori della realizzazione della galleria. Per tale motivo la rete di misura individuata interessa molte delle captazioni (pozzi e sorgenti) ubicate all'interno delle aree di potenziale influenza della galleria San Donato e rappresentative delle diverse condizioni idrogeologiche. Il controllo è stato inoltre esteso anche a quelle captazioni che, pur presentando un basso rischio di sterilitamento, risultano rilevanti per il loro uso attuale e futuro.

Nell'ambito degli approfondimenti per la redazione degli studi idrogeologici, è stato effettuato un attento censimento delle captazioni presenti nell'area, estendendo le indagini anche alle captazioni vicine ma a basso rischio di sterilitamento. Durante le operazioni di scavo delle gallerie, nel caso in cui il monitoraggio evidenziasse un'evoluzione anomala della falda, rispetto alle previsioni di impatto, sarà quindi possibile estendere la rete dei punti di misura sulla base del censimento effettuato in fase di progettazione. Per maggior leggibilità degli elaborati del monitoraggio, per l'individuazione dei punti censiti, ma non appartenenti alla rete del PMA, si rimanda agli specifici elaborati di progetto (relazione idrogeologica).

Infine sono previste indagini di tipo quali-quantitativo in corrispondenza delle eventuali acque intercettate dalle gallerie in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie principali.

La misura di portata delle venute d'acqua in galleria verrà effettuata in corrispondenza degli imbocchi 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 agli imbocchi. La misurazione delle portate avverrà tramite strumentazione in continuo in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie dove sono previste le venute idriche maggiori.

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-FS-BR-SO-PP-22**

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

**FS** = tratto in esame Firenze Sud - Incisa

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

BR = Bagno a Ripoli;

RA = Rignano sull'Arno;

IV = Incisa Valdarno;

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

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

SP = Sorgente privata;

PP = Pozzo privato;

PC= Pozzo comunale;

GD = Imbocco Galleria San Donato

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

Le tabelle 11 riportano l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune.

Stazione	Denominazione	Comune
A1-FS-BR-SO-SP-SG1	Alpigiani	Bagno a Ripoli

Tabella 11.1 – Elenco stazioni di monitoraggio lotto 1

Stazione	Denominazione	Comune
A1-FS-RA-SO-PP-22*	Messini	Rignano sull'Arno
A1-FS-BR-SO-PP-51	Casanuova	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SO-PP-52	Morino Antonio 52	Bagno a Ripoli
A1-FS-RA-SO-PP-66*	Galletti	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SO-PP-72*	Antincendio	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SO-PP-75*	San Donato p75	Rignano sull'Arno
A1-FS-RA-SO-PP-87	San Donato p87	Rignano sull'Arno
A1-FS-BR-SO-PP-125*	Ancillotti	Bagno a Ripoli
A1-FS-RA-SO-PP-149*	Poggio di San Donato	Rignano sull'Arno
<a href="#">A1-FS-RA-SO-PP-161*</a>	<a href="#">San Donato p161</a>	<a href="#">Rignano sull'Arno</a>
A1-FS-RA-SO-PP-122	Bigi bis	Rignano sull'Arno
<a href="#">A1-FS-BR-SO-PP-250*</a>	<a href="#">Cecchini</a>	<a href="#">Bagno a Ripoli</a>
A1-FS-BR-SO-PP-251*	Ghiandelli	Bagno a Ripoli
<a href="#">A1-FS-BR-SO-SP-11</a>	<a href="#">Az. Agricola Morino</a>	<a href="#">Bagno a Ripoli</a>
A1-FS-BR-SO-PP-53	Morino Antonio 53 bis	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SO-PP-18	Caravaggi - Scardigli	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SO-PP-54	Giusti via Romanelli	Bagno a Ripoli
A1-FS-RA-SO-PC-a,b,c,d#	Torre a Cona - Publiacqua	Rignano sull'Arno
<b>A1-FS-BR-SO-GD-901**</b>	<b>Galleria San Donato - imbocco nord</b>	<b>Bagno a Ripoli</b>



Stazione	Denominazione	Comune
<b>A1-FS-RA-SO-GD-903**</b>	<b>Galleria San Donato - imbocco sud</b>	<b>Rignano sull'Arno</b>

Tabella 11.2 – Elenco stazioni di monitoraggio lotto 2 (in grassetto: punti di misura con strumentazione in continuo)

\*Siti di monitoraggio aggiunti con il nuovo tracciato galleria San Donato

\*\* Siti di monitoraggio rilocalizzati con il nuovo tracciato galleria San Donato

# Siti di monitoraggio richiesti dalla Regione Toscana

In blu sono riportate le sezioni non più monitorate

Su richiesta di ASPI nel piano di monitoraggio ambientale è stata inserita la sorgente A1-FS-BR-SO-SP-SG1 ubicata in via Borro di San Giorgio dal mese di novembre 2016.

In seguito alla mancata autorizzazione di alcuni proprietari per il monitoraggio delle loro captazioni, sono stati individuati dei siti alternativi ubicati in prossimità di quelli indicati nel PMA. Al posto del pozzo A1-FS-RA-SO-PP-161 è stato individuato il pozzo A1-FS-RA-SO-PP-122; al posto della sorgente A1-FS-BR-SO-SP-11 di proprietà Morino, che risulta non misurabile causa la non campionabilità del flusso d'acqua che percola lungo una parete del pozzetto di raccolta, è stato inserito il secondo pozzo appartenente al medesimo proprietario A1-FS-BR-SO-PP-53 denominato Morino bis. Per quanto riguarda la captazione A1-FS-BR-SO-PP-250, il proprietario non ha autorizzato il monitoraggio e nelle vicinanze sono già monitorati tutti i pozzi presenti (A1-FS-BR-SO-PP-52, A1-FS-BR-SO-PP-53 e A1-FS-BR-SO-PP-251).

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 e B4) finalizzato alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sotterraneo; è inoltre previsto uno specifico set di parametri (B5) da effettuare in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie (Le Croci, Monte della Valle, Boscaccio), finalizzato al monitoraggio qualitativo delle acque intercettate dalle gallerie; in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie principali verrà inoltre effettuata la misura della portata cumulata delle venute idriche intercettate durante le operazioni di scavo.

<b>CODICE SET FUNZIONALE</b>	<b>CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO</b>
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
B4	Nitrati Escherichia coli

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
B5	Metalli (Alluminio, Cromo, Ferro, Manganese, Rame) Nitrati Escherichia coli Bicarbonato Calcio Sodio Magnesio Potassio Solfati Cloruri Idrocarburi totali
B6	Prova di emungimento

Tabella 10 - 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 sottterraneo (contatto con i materiali di rivestimento, dilavamento conglomerato cementizio...); fornirà inoltre una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea.

SET B4

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

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 da pozzo, fornisce delle indicazioni sperimentali circa la potenzialità della falda sfruttata.

Stazione	Denominazione	Set di misure
A1-FS-RA-SO-PP-22*	Messini	B1 (LP)+B2+B6
A1-FS-BR-SO-SP-SG1	Alpigiani	B1 (QV)+B2
A1-FS-BR-SO-PP-51	Casanuova	B1 (LP)+B2+B4
A1-FS-BR-SO-PP-52	Morino Antonio 52	B1 (LP)+B2
A1-FS-RA-SO-PP-66*	Galletti	B1 (LP)+B2+B3
A1-FS-RA-SO-PP-72*	Antincendio	B1 (LP)+B2

Stazione	Denominazione	Set di misure
A1-FS-RA-SO-PP-75*	San Donato p75	B1 (LP)+B2
A1-FS-RA-SO-PP-87	San Donato p87	B1 (LP)+B2+B3+B4
A1-FS-BR-SO-PP-125*	Ancillotti	B1 (LP)+B2+B3+B6
A1-FS-RA-SO-PP-149*	Poggio di San Donato	B1 (LP)+B2
A1-FS-RA-SO-PP-161*	San Donato p161	B1 (LP)+B2+B3
A1-FS-RA-SO-PP-122	Bigi bis	B1 (LP)+B2+B3
A1-FS-BR-SO-PP-250*	Cecchini	B1 (LP)+B2+B6
A1-FS-BR-SO-PP-251*	Ghiandelli	B1 (LP)+B2
A1-FS-BR-SO-PP-53	Morino Antonio 53bis	B1 (LP)+B2
A1-FS-BR-SO-SP-11	Az. Agricola Morino	B1 (QV)+B2
A1-FS-BR-SO-PP-18	Caravaggi - Scardigli	B1 (LP)+B2+B3
A1-FS-BR-SO-PP-54	Giusti via Romanelli	B1 (LP)+B2+B3+B4
<b>A1-FS-RA-SO-PC-a,b,c,d</b>	<b>Torre a Cona - Publiacqua</b>	<b># livello</b>
<b>A1-FS-BR-SO-GD-901**</b>	<b>Galleria San Donato - imbocco nord</b>	<b>B1(QV)+B2+B5</b>
<b>A1-FS-RA-SO-GD-903**</b>	<b>Galleria San Donato - imbocco sud</b>	<b>B1(QV)+B2+B5</b>

Tabella 11 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali (in grassetto: punti di misura con strumentazione in continuo)

\*Siti di monitoraggio aggiunti con il nuovo tracciato galleria San Donato

\*\* Siti di monitoraggio rilocalizzati con il nuovo tracciato galleria San Donato

In blu sono riportate le sezioni non più monitorate

# Facendo riferimento alla prescrizione n. 6.2 della Regione Toscana, il piano di monitoraggio viene aggiornato prevedendo l'estensione a 3 anni del monitoraggio post-operam dei pozzi gestiti dalla soc. Publiacqua posti in località Torre a Cona, a partire dalla data di ultimazione dei lavori della galleria San Donato.

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 e delle fasi di scavo delle gallerie le cadenze di indagine potranno essere variate per adattarsi alle particolari condizioni locali.

Per la fase post operam il monitoraggio è esteso ad un periodo di n. 3 anni solo per l'abitato di Torre a Cona.

Su richiesta da parte di ARPAT e dell'Autorità di Bacino per le captazioni ove è terminata la fase di ante operam e non sono partiti i lavori, la frequenza di monitoraggio è prevista semestrale fino l'arrivo della fase di corso d'opera.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
B1, B2	mensile	mensile	Mensile
B3, B4	trimestrale	trimestrale	semestrale
B5	-	trimestrale	semestrale
B6	semestrale	-	annuale

Tabella 12 – Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali

Stazione	Denominazione	Strumentazione in continuo
A1-FS-BR-SO-GD-901*	Galleria San Donato - imbocco nord	Portate delle venute in galleria
A1-FS-RA-SO-GD-903*	Galleria San Donato - imbocco sud	Portate delle venute in galleria

\* Siti di monitoraggio rilocalizzati con il nuovo tracciato galleria San Donato

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

Stazione	Denominazione	Strumentazione in continuo
A1-FS-RA-SO-PC-a,b,c,d	Torre a Cona - Publicacqua	Livello piezometrico

Tabella 13 – Strumentazione in continuo

### 4.3. Settore naturale

#### 4.3.1. Vegetazione

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 vegetali.

#### Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie allegata e nella Tabella 22.

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

Codice completo: **A1- FS- BR - NA- E2- 01**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**FS** = tratto Firenze Sud – Incisa Valdarno

**BM** = codice del comune di appartenenza

BR = Bagno a Ripoli

RA = Rignano sull'Arno

IV = Incisa Valdarno

**NA** = Naturale

**E2** = Metodica di monitoraggio

E2 = Rilievo Fitosociologico

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

Le tabelle 22.1 e 22.2 riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune suddivise tra lotto 1-Tratte esterne e lotto 2- Variante San Donato.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO/ANNO		
		Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
Codice	Denominazione	E2	E2	E2
A1-FS-RA-NA-E2-03	FOSSO FAETO	3	3	3
A1-FS-RA-NA-E2-04	FOSSO FARNETO	3	3	3
A1-FS-IV-NA-E2-05	LOCALITA' CASANOVA	3	3	3

Tabella 22.1- Piano delle misure da effettuare nel Lotto 1 – Vegetazione

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO/ANNO		
		Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
Codice	Denominazione	E2	E2	E2
A1-FS-BR-NA-E2-01	BORRO SAN DONATO	3	3	3
A1-FS-RA-NA-E2-02	FOSSO GAMBERAIA	3	3	3
SITO DI CONTROLLO		3	3	3

Tabella 22.2- Piano delle misure da effettuare nel Lotto 2 Variante San Donato – Vegetazione

#### 4.3.2. Fauna

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

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

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

#### Ubicazione delle stazioni di misura

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nelle planimetrie allegata e nella Tabella 23.

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

Codice completo: **A1- FS- BR - NA- FG- 01\_1**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**FS** = tratto Firenze Sud – Incisa Valdarno

**BM** = codice del comune di appartenenza

BR = Bagno a Ripoli

RA = Rignano sull'Arno

IV = Incisa Valdarno

FI = Firenze

**NA** = Naturale

**FA** = Metodica di monitoraggio

FA = Censimento dell'avifauna

FN = Censimento degli anfibi

FG = Censimento del granchio di fiume

FS = Censimento della Salamandrina perspicillata

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

**\_1** = numero progressivo della sottostazione

**\_C** = sito di controllo

Le tabelle 23.1 e 23.2 riportano l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune suddivise tra lotto 1-Tratte esterne e lotto 2- Variante San Donato

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO/ANNO					
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam	
Codice	Denominazione	FA	FN	FA	FN	FA	FN
A1-FS-RA-NA-FN-03	FOSSO FAETO		4		4		4
A1-FS-RA-NA-FA-04	FOSSO FARNETO	5		5		5	
A1-FS-RA-NA-FN-04	FOSSO FARNETO		4		4		4
A1-FS-IV-NA-FA-05	LOCALITA' CASANOVA	5		5		5	
A1-FS-IV-NA-FN-06	LOCALITA' CANCELLO		4		4		4
A1-FS-IV-NA-FN-07	FOSSO BAGNANI		4		4		4
SITO DI CONTROLLO		5		5		5	

Tabella 23.1 - Piano delle misure da effettuare nel Lotto 1 – Fauna

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO/ANNO					
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam	
Codice	Denominazione	FA	FN	FA	FN	FA	FN
A1-FS-BR-NA-FN-01	BORRO SAN DONATO		4		4		4
A1-FS-RA-NA-FN-02	FOSSO GAMBERAIA		4		4		4
SITO DI CONTROLLO			4		4		4

Tabella 23.2- Piano delle misure da effettuare nel Lotto 2 Variante San Donato – Fauna

#### 4.3.3. Monitoraggio delle specie protette

L'integrazione al Piano di Monitoraggio riguarda un'attività di verifica della presenza del granchio di fiume (*Potamon fluviatile*) e della salamandrina di Savi (*Salamandrina perspicillata*) nell'area di San Donato in Collina nella quale, storicamente, è nota la presenza del crostaceo decapode e dell'anfibio urodelo.

Relativamente al monitoraggio del granchio di fiume, l'attività integrativa è stata richiesta in sede di Comitato di Controllo (nella seduta del 28.11.2016) a seguito di una segnalazione da parte del MiBACT, che ha portato a conoscenza del Comitato una interrogazione parlamentare nella quale si richiamava la presenza di specie protette nel sistema idrografico dell'area interessata dal progetto della "Variante San Donato". Il Comitato ha quindi deliberato di richiedere ad Autostrade l'integrazione oggetto del presente elaborato, che viene pertanto inserito nell'ambito delle attività di monitoraggio in corso di esecuzione da parte di Spea Engineering.

Per quanto concerne il monitoraggio della *Salamandrina perspicillata*, la presente revisione del Piano di Monitoraggio tiene conto di quanto emerso nell'ambito delle riunioni del 20 dicembre 2017 e del 23 gennaio 2018 presso la Regione Toscana; in particolare sono stati inseriti nel PMA il monitoraggio sistematico della salamandrina di Savi e la segnalazione delle altre specie

protette riscontrate durante le attività di monitoraggio, ciò allo scopo di tenere sotto controllo le specie maggiormente protette dal legislatore.

Inoltre è stato inserito il monitoraggio di un sito di controllo ubicato distante dalle lavorazioni in modo da poter confrontare i trend delle popolazioni potenzialmente impattate con altre non influenzate dalla realizzazione dell'opera.

Nella fase di rilascio di specifiche autorizzazioni per la cattura e traslocazione da parte del MATTM per la salamandrina e della Regione Toscana per il granchio sono state formulate dalla regione Toscana le seguenti richieste di integrazioni del monitoraggio:

- prolungamento del monitoraggio del granchio nei mesi invernali; il periodo di rilievo comprende quindi l'intervallo temporale marzo-novembre;
- introduzione di un indice biometrico;
- inserimento di tre sezioni di controllo per il monitoraggio delle acque superficiali (due sezioni sul torrente Rimaggina e una sezione sul torrente Terzolle) con monitoraggio a cadenza mensile. In particolare è previsto il controllo dei parametri idrometrici, chimofisici e chimici e biologici (STAR\_ICMi);
- monitoraggio delle popolazioni di Salamandrina e di Potamon traslocate t per un periodo di almeno 3 anni.

Pertanto per recepire le richieste sono stati inseriti 2 nuovi siti (A1-FS-BR-NA-FG-01\_5 e A1-FS-BR-NA-FS-01\_5) entrambi ubicati lungo il Borro della Rimaggina e le attività di monitoraggio sono state avviate nel 2019

#### 4.3.4. Metodiche di rilevamento

##### Potamon fluviatile

Per il monitoraggio del granchio (*P. fluviatile*) la metodica proposta è quella del conteggio, della misurazione e dell'attribuzione a classi di età degli individui riscontrati percorrendo i corsi d'acqua selezionati. Durante le osservazioni particolare attenzione sarà data all'ispezione di potenziali rifugi quali massi e cavità naturali collocate presso gli argini.

La presenza della specie sarà accertata oltre che mediante l'osservazione di individui, anche tramite il reperimento di esuvie o resti di animali. Il monitoraggio prevedrà sia rilievi diurni che notturni.

La scelta di effettuare i monitoraggi notturni deriva dall'evidenza, di carattere biologico, di come nel periodo estivo il granchio utilizzi preferibilmente le ore notturne per uscire dalla tana ed andare a caccia di prede sia in acqua che sulle sponde. In un momento simile ne risulta pertanto più facile l'osservazione diretta.

In seguito ai rilievi, per ogni sito indagato, saranno calcolati i seguenti indici:

- Densità di popolazione:

$$D = n/S$$

dove: D = Densità; n = numero di individui; S = Superficie dell'area indagata).

- Densità delle tane:

$$D = nt/S$$

dove nt = numero di tane, S = superficie dell'area indagata).



Per determinare la superficie si considererà la lunghezza del tratto di fiume indagato per una larghezza che comprenda l'alveo bagnato più una fascia larga 2 metri a destra e a sinistra delle sponde.

Saranno inoltre rilevati i seguenti indici biometrici:

- Larghezza e lunghezza del carapace di ogni individuo rilevato.
- Peso di ciascun individuo rilevato.
- Peso medio degli individui di ciascun sito di monitoraggio.

Infine sarà calcolata la frequenza delle classi di età in ciascun sito di monitoraggio.

### Salamandrina perspicillata

Il monitoraggio della Salamandrina perspicillata avverrà tramite la ricerca di adulti e il conteggio delle ovature, delle uova e delle larve nei siti riproduttivi riscontrati lungo segmenti di asta fluviale.

Relativamente agli individui adulti e agli individui in ovodeposizione, il monitoraggio sarà eseguito con la metodica della cattura-marcatura-ricattura allo scopo di stimare il numero di individui presenti nell'area; ogni animale rilevato sarà catturato e schedato mediante una fotografia del pattern di colorazione del ventre; tale operazione permetterà, oltre a stimare la consistenza della popolazione, di controllare nel tempo il turnover degli individui riproduttivi. Ogni singola campagna di rilievo sarà quindi composta da 2 giorni (un primo giorno per la cattura ed secondo giorno per la ricattura) intervallati da una pausa di qualche giorno in modo da permettere agli individui di disperdersi.

La superficie indagata sarà data dalla lunghezza del tratto di fiume esaminato per una larghezza che comprenda l'alveo bagnato più una fascia larga 2 metri a destra e a sinistra delle sponde.

Per quanto riguarda il monitoraggio delle ovature, delle uova e delle larve, allo scopo di poter descrivere con precisione lo spostamento ed il luogo di deposizione dei singoli individui della popolazione oggetto di studio, dovrà essere predisposta una mappa del sito di monitoraggio che metta in evidenza, numerandoli, la localizzazione delle singole zone (pozze, sassi, tronchi, materiale di riporto, ecc.) potenzialmente colonizzabili o sfruttabili per la deposizione delle uova.

Le ovature e le uova saranno monitorate nel tempo allo scopo di poter valutare l'output riproduttivo della popolazione.

Il successo riproduttivo di una popolazione animale dipende dal numero di individui che nascono ogni anno e da quanti, tra questi, riescono a sopravvivere fino all'età adulta. Nella Salamandrina una prima stima del successo riproduttivo può essere ottenuta dalla quantificazione delle uova deposte e successivamente dal numero di quelle che arrivano alla schiusa.

In seguito ai rilievi, per ogni sito indagato, saranno calcolati i seguenti indici:

- Numero di individui adulti;
- Indice di Lincoln

$$P_j = (n_j \times n_{j+1}) / m_{j+1}$$

dove:  $P_j$  = dimensione della popolazione al giorno  $j$ ;

$n_j$  = numero di individui catturati, marcati e rilasciati nel giorno  $j$ ;

$n_{j+1}$  = numero di individui catturati la seconda volta, cioè nel giorno  $j+1$ ;

$m_{j+1}$  = numero di individui marcati ricatturati nel giorno  $j+1$ .

- Numero di uova;
- Numero di larve.

#### Monitoraggio delle acque superficiali in relazione al monitoraggio delle specie protette

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 relativo alle comunità biotiche presenti (A6) e un set integrativo rispetto al PMA classico, con inseriti parametri sensibili per la popolazione del granchio di fiume (A3bis).

In tabella seguente si riporta il dettaglio dei parametri contenuti nei vari set:

<b>CODICE SET FUNZIONALE</b>	<b>CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO</b>
A1	Q – Misura correntometrica della portata Parametri Idrologico – Idraulici
A2	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica O.D. – Ossigeno Disciolto SST – Solidi Sospesi Totali
A3	C.O.D. Idrocarburi totali Cromo totale Nichel Zinco Cadmio Cloruri Solfati Calcio Alluminio
A3bis	Torbidità Nitriti Nitrati totali Fosforo Totale
A6	M.H.P. - Multi-habitat Proporzionale (Sistema MacrOper)

Tabella 14 - Parametri di monitoraggio

## SET A1 – A2

Tali parametri, la cui misura verrà rilevata su tutte le sezioni in occasione di ogni campagna, potranno fornire una caratterizzazione quantitativa e una indicazione generale sullo stato di qualità delle acque dei corsi d'acqua in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. In particolare la temperatura varia abbastanza nell'arco dell'anno, ma le due specie che verranno traslocate (granchio di fiume e salamandrina di Savi) risultano piuttosto tolleranti ad acque con temperature relativamente alte (fino a 20°) (Barbaresi & Gherardi, 19971; Barbaresi et al., 20072; Lanza et al., 20073).

L'ossigeno disciolto è uno dei parametri più importanti, anche perché viene influenzato da numerosi fattori tutti connessi con la vita degli organismi acquatici: la temperatura dell'acqua; la pressione atmosferica; la salinità; l'attività batterica; la fotosintesi clorofilliana ed infine il grado di turbolenza del corso d'acqua. Il granchio di fiume e la salamandrina di Savi prediligono acque con una discreta quantità di ossigeno disciolto (almeno 6 mg/l).

## SET A3-A3bis

I parametri del set A3 daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo dei corsi d'acqua. In particolare l'azoto è uno dei principali elementi del terreno, fonte di danni agli organismi viventi; solitamente si trova nelle acque sotto forma di nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), ma talvolta anche in forma di ammoniaca, (NH<sub>3</sub>) o ammonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) o nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>). La concentrazione dei nitrati e nitriti nelle acque superficiali rappresentano uno degli inquinamenti più diffusi: essi possono derivare da reflui del comparto agro-zootecnico (fertilizzanti) ma anche da scarichi di reflui civili e dal dilavamento di superfici impermeabili urbane. Il granchio di fiume e la salamandrina di Savi sembrano in genere legati a corsi d'acqua non inquinati, con nitrati e nitriti assenti o presenti in piccole quantità (Gherardi et al., 19884; Scoccianti, 20015; Barbaresi et al., 2007)6, anche se il granchio può localmente tollerare acque eutrofiche (Scalici et al., 2008a7).

Anche il fosforo, in concentrazioni molto basse indispensabile per la vita degli organismi acquatici, ma in concentrazioni più elevate è indice di eutrofizzazione delle acque superficiali; esso deriva soprattutto da reflui civili, scarichi industriali e fertilizzanti per usi agricoli. In questo caso poco si sa circa la tolleranza delle due specie alla presenza di questo inquinante ma in generale, come già detto a proposito dei nitrati e dei nitriti, il granchio di fiume e la salamandrina di Savi sembrano in genere legati a corsi d'acqua oligotrofici.

---

<sup>1</sup> Barbaresi S. & Gherardi F. (1997) Italian freshwater decapods: exclusion between the crayfish *Austroptamobius pallipes* (Faxon) and the crab *Potamon fluviatile* (Herbst). *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (1997) 347: 731-747

<sup>2</sup> Barbaresi S., Cannicci S., Vannini M. & Fratini S. (2007). Environmental correlates of two macrodecapods distribution in Central Italy: multidimensional ecological knowledge as a tool for conservation of endangered species. *Biological Conservation* 136: 431-441

<sup>3</sup> Lanza, B., Andreone, F., Bologna, M.A., Corti, C. & Razzetti, E. (2007). *Fauna d'Italia Amphibia*. Vol. XLII. Edizioni Calderini de Il Sole 24 ORE Editoria Specializzata S.r.l., Bologna

<sup>4</sup> Gherardi F., Micheli F., Monaci F., Tarducci F. (1988). Note sulla biologia ed ecologia del granchio di fiume, *Potamon fluviatile*. *Bollettino del Museo di Storia Naturale della Lunigiana* 6-7: 169-174.

<sup>5</sup> Scoccianti G. (2001). *Amphibia: aspetti di ecologia della conservazione*. WWF Italia, Sezione Toscana. Editore Guido Persichino Grafica, Firenze.

<sup>6</sup> Barbaresi S., Cannicci S., Vannini M. & Fratini S. (2007). Environmental correlates of two macrodecapods distribution in Central Italy: multidimensional ecological knowledge as a tool for conservation of endangered species. *Biological Conservation* 136: 431-441

<sup>7</sup> Scalici M., Macale D., Schiavone D., Gherardi F. & Gibertini G. (2008a). Effect of urban isolation on the dynamics of river crabs. *Fundamental and Applied Limnology Archiv für Hydrobiologie* Vol. 172/2: 167-174

Lo ione calcio non è un inquinante, ma la sua concentrazione nei corsi d'acqua è un parametro importante; elevate concentrazioni di calcio (es. 80-120 mg/l) tendono a migliorare la qualità delle acque poiché il calcio neutralizza la tossicità di metalli e pH ed è fondamentale per alcune strutture (ossa, esoscheletro) e per alcuni processi fisiologici (Ultsch et al., 19998; Barbaresi et al., 20079; Kenneth Dodd C., 201010; IUCN, 201911).

#### SET A6

In questo set di parametri rientra la determinazione del Multi-habitat proporzionale (M.H.P), 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, con il calcolo dell'indice Star\_ICMi, 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.

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

Stazione	Denominazione	Set di Misure
A1-FS-BR-SU-SD-06ter	Borro San Donato Monte	A1+A2+A3+A3bis+A6
A1-FS-BR-SU-SD-07	Borro San Donato Valle	A1+A2+A3+A3bis+A6
A1-FS-BR-SU-SG-21	Borro San Giorgio a valle della briglia.	A1+A2+A3+A3bis+A6
A1-FS-BR-SU-RM-22	Fosso della Rimaggina ripopolamento di monte	A1+A2+A3+A3bis+A6
A1-FS-BR-SU-RM-23	Fosso della Rimaggina ripopolamento di valle	A1+A2+A3+A3bis+A6
A1-FS-FI-SU-TE-24	Torrente Terzolle valle confluenza con il fosso Cavallina (sito controllo granchio)	A1+A2+A3+A3bis+A6

Tabella 15 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali

Come richiesto dalla Direzione Ambientale ed Energia – settore Tutela della Natura e del Mare della Regione Toscana, il presente monitoraggio avrà una durata di tre anni con le frequenze riportate nella tabella seguente. Si fa presente che il set A1 verrà misurato quando i battenti idrici saranno sufficienti per l'utilizzo della strumentazione (circa 10 cm di battente). Per poter

<sup>8</sup> Ultsch G.R., Bradford D.F. & Freda J. (1999). Physiology: coping with the environment. In McDiarmid & R Altig (ed.). "Tadpoles: The Biology of Anuran Larvae". The University of Chicago Press, Chicago, 189 –214.

<sup>9</sup> Barbaresi S., Cannicci S., Vannini M. & Fratini S. (2007). Environmental correlates of two macrodecapods distribution in Central Italy: multidimensional ecological knowledge as a tool for conservation of endangered species. Biological Conservation 136: 431-441

<sup>10</sup> Kenneth Dodd C. Jr (ed.) (2010). Amphibian Ecology and Conservation. A Handbook of Techniques. Oxford University Press, New York

<sup>11</sup> IUCN (2019). The IUCN Red List of Threatened Species 2018-2. <http://www.iucnredlist.org/> (ultimo accesso: 26.02.19)

valutare eventuali variazioni significative sulla componente biotica il set A6 verrà effettuato con cadenza mensile.

#### 4.3.5. Attività di Monitoraggio

##### Siti di monitoraggio per Potamon fluviatile e Salamandrina Perspicillata

Nella tabella seguente si riportano i siti ed i relativi codici relativi al monitoraggio del granchio di fiume e della salamandrina di Savi.

SITI DI MONITORAGGIO DEL POTAMON FLUVIATILE	
Sito di Monitoraggio	Denominazione
A1-FS-BR-NA-FG-01_1	Borro S. Giorgio 1
A1-FS-BR-NA-FG-01_2	Borro S. Giorgio 2
A1-FS-BR-NA-FG-01_3	Borro Querceto
A1-FS-BR-NA-FG-01_4	Borro S. Donato
A1-FS-BR-NA-FG-01_5	Borro della Rimaggina 1
A1-FS-FI-NA-FG-02_C	Sito di controllo Terzolle/Fosso della Cavallina

Tabella 16 – Siti di monitoraggio per il granchio di fiume.

SITI DI MONITORAGGIO DELLA SALAMANDRINA PERSPICILLATA	
Sito di Monitoraggio	Denominazione
A1-FS-BR-NA-FS-01_1	Borro S. Giorgio 1
A1-FS-BR-NA-FS-01_2	Borro S. Giorgio 2
A1-FS-BR-NA-FS-01_3	Borro Querceto
A1-FS-BR-NA-FS-01_4	Borro S. Donato
A1-FS-BR-NA-FS-01_5	Borro della Rimaggina 2
A1-FS-FI-NA-FS-02_C	Sito di controllo Terzolle/Fosso della Cavallina

Tabella 17 – Siti di monitoraggio per salamandrina di Savi.

Codice completo: **A1- FS- BR - NA- FG- 01\_1**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**FS** = tratto Firenze Sud – Incisa Valdarno

**BR** = codice del comune di appartenenza

BR = Bagno a Ripoli

FI = Firenze

**NA** = settore Naturale

**FG** = Metodica di monitoraggio

FG = Censimento del granchio di fiume

FS = Censimento della salamandrina di Savi

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

\_1= Numero della stazione all'interno del sito.

\_C = Sito di Controllo

### Siti di monitoraggio relativi alla qualità delle acque superficiali in relazione al monitoraggio delle specie protette

Per valutare l'idoneità dei vari siti individuati per il rilascio degli individui di granchio di fiume, confrontandoli con i siti in cui la presenza del granchio è storicamente accertata e con un sito di controllo ubicato lontano dalle lavorazioni, è stato approntato un programma di monitoraggio che prevede le indagini nei siti riportati nella tabella seguente:

Stazione	Denominazione	Comune
A1-FS-BR-SU-SD-06ter	Borro San Donato Monte	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-SD-07	Borro San Donato Valle	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-SG-21	Borro San Giorgio a valle della briglia.	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-RM-22	Fosso della Rimaggina ripopolamento di monte	Bagno a Ripoli
A1-FS-BR-SU-RM-23	Fosso della Rimaggina ripopolamento di valle	Bagno a Ripoli
A1-FS-FI-SU-TE-24	Torrente Terzolle valle confluenza con il fosso Cavallina (sito controllo granchio)	Firenze

Codice completo: **A1-FS-BR-SU-EM-01**

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

**FS** = tratto in esame Firenze Sud - Incisa

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

BR = Bagno a Ripoli;

RA = Rignano sull'Arno;

IV = Incisa Valdarno;

FI = Firenze;

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

**EM** = individuazione punto di misura: "Torrente Ema"

M = Fosso della Rimaggina;

SD = Borro San Donato;

SG = Borro San Giorgio

TE = Torrente Terzolle;

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

#### 4.3.6. Cadenza di monitoraggio

##### Monitoraggio del Potamon Fluviatile

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei tratti di fiume illustrati nel paragrafo precedente.

Relativamente allo sforzo di campionamento, il protocollo prevede un monitoraggio a frequenza quindicinale differenziato in due modalità:

- monitoraggio standard: 6 ore di monitoraggio per ogni sito, da ripartire tra periodo notturno e periodo diurno,
- monitoraggio intensivo: 12 ore di monitoraggio per ogni sito da ripartire tra periodo notturno e periodo diurno.

La tabella che segue sintetizza lo schema di campionamento proposto per ogni sito di monitoraggio:

Schema di campionamento																			
	Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settembre		Ottobre		Novembre		
	I rilievo	II rilievo	I rilievo	II rilievo	I rilievo	II rilievo	I rilievo	II rilievo	I rilievo	II rilievo	I rilievo	II rilievo	I rilievo	II rilievo	I rilievo	II rilievo	I rilievo	II rilievo	
Monitoraggio standard	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	
Monitoraggio intensivo				X				X						X					

Tabella 18 – cadenza di monitoraggio granchio di fiume

##### Monitoraggio della Salamandrina perspicillata

Le misure verranno svolte in corrispondenza dei tratti di fiume illustrati nel paragrafo 5.1

Relativamente allo sforzo di campionamento il monitoraggio prevede una frequenza quindicinale nei mesi da marzo a settembre.

La tabella che segue sintetizza lo schema di campionamento proposto per ogni sito di monitoraggio:

Schema di campionamento							
	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
Numero di rilievi	2	2	2	2	2	2	2

Tabella 19 - - Siti di monitoraggio per la salamandrina di Savi

##### Monitoraggio delle acque superficiali in relazione al monitoraggio delle specie protette

Come richiesto dalla Direzione Ambientale ed Energia – settore Tutela della Natura e del Mare della Regione Toscana, il presente monitoraggio avrà una durata di tre anni con le frequenze riportate nella tabella seguente. Si fa presente che il set A1 verrà misurato quando i battenti idrici saranno sufficienti per l'utilizzo della strumentazione (circa 10 cm di battente). Per poter valutare eventuali variazioni significative sulla componente biotica il set A6 verrà effettuato con cadenza mensile.

Set di misura	Frequenze di monitoraggio
A1, A2	Mensile
A3, A3bis	Mensile
A6	Mensile

Tabella 20 - Frequenza di misura per i vari set di parametri funzionali - \*sezioni con monitoraggio in continuo

#### 4.3.7. Attività di monitoraggio complementari

Durante i rilievi per il monitoraggio del granchio di fiume e della salamandrina di Savi, se riscontrate, saranno segnalate le specie animali o vegetali di valore conservazionistico.

Inoltre, data la necessità della presenza di acqua limpida per la vita di queste specie, evidenziamo che il Piano di Monitoraggio Ambientale della componente Idrico Superficiale prevede l'installazione di una sonda per il monitoraggio del parametro torbidità sul Fosso San Giorgio.

Su tale corso d'acqua è previsto il controllo della limpidezza dell'acqua attraverso una sonda multiparametrica posizionata nella sezione di misura denominata A1-FS-BR-SU-SG-21 ubicata nel fosso San Giorgio a valle delle confluenze dei fossi Querceto e San Donato. La sonda verrà posizionata a valle delle due briglie previste in progetto e oltre alla torbidità registrerà anche i parametri pH e conducibilità idraulica.

Il controllo della torbidità dell'acqua a valle dell'area di intervento permetterà di intraprendere delle azioni correttive al fine di limitare l'eventuale apporto di solidi sospesi nel corso d'acqua che influiscono negativamente sulla vita di questa specie.

#### 4.4. Settore Assetto Fisico del Territorio

Il tracciato interessato dai lavori di ampliamento si sviluppa lungo un'ampia fascia di territorio a sud di Firenze e del Fiume Arno e descrive un ampio arco con concavità rivolta verso sud-ovest, tra la catena del Pratomagno e quella dei Monti del Chianti, i quali costituiscono una dorsale spartiacque diretta in senso N-S tra il Fiume Arno ed il suo tributario di sinistra Torrente Ema. L'area interessata dal progetto presenta una notevole copertura detritica ed è caratterizzata da numerose aree di dissesto attive e quiescenti. Dal punto di vista orografico l'intera area può ritenersi una zona di media-bassa collina, le cui quote massime superano di poco i seicento metri e quelle minime, all'altezza del Fiume Arno, superano di poco i 50 metri s.l.m. Il tracciato nella parte settentrionale, percorre per un breve tratto la valle del Torrente Ema, che è separata dall'Arno da blandi rilievi collinari che raggiungono al massimo i 150 metri di quota, prosegue attraversando in galleria la dorsale costituita dalle propaggini settentrionali dei Monti del Chianti e termina a Sud nella Valle dell'Arno giungendo fino ad Incisa Valdarno.



### Individuazione dei siti di monitoraggio

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 pertanto individuate n. 9 aree di monitoraggio di seguito elencate di cui n.1 lungo la tratta A, n. 6 lungo la B e n. 2 lungo la tratta C.

Per l'individuazione dei siti si è tenuto conto anche delle indicazioni pervenute da parte dell'Autorità di Bacino.

Le aree individuate sono pertanto le seguenti:

#### **Lotto 1 Nord:**

1. **Sito La Fonte Manciolina** da pk 0+000 a pk 1+100: presenti depositi di frana quiescenti e di paleofrana. All'interno del sito, su richiesta del Comitato di Controllo, sono stati inseriti anche gli strumenti installati in **Via di Vacciano** per valutare l'eventuale evoluzione del quadro fessurativo negli edifici presenti in zona.
2. **Sito Via Romanelli** da pk 3+750 a pk 4+150: è stato predisposto un piano di monitoraggio per valutare l'eventuale evoluzione del quadro fessurativo negli edifici presenti in zona. Sono stati installati vetrini graduati in corrispondenza delle fessure riscontrate, cinque inclinometri, due piezometri e una rete topografica estesa su gran parte delle abitazioni presenti nel sito di "Via Romanelli".
3. **Sito San Giorgio a Ruballa** da pk 0+000 a pk 0+500 circa: presenza di depositi di versante estesi in prossimità dell'omonima località;

#### **Lotto 2:**

1. **Galleria San Donato** nel tratto cha va da pk 3+460 a pk 3+800 circa: area interessata dall'attraversamento della galleria caratterizzata dalla presenza di ricettori sia in prossimità di depositi di frana quiescente che in prossimità di depositi di frana attiva;

2. **Località Monticchio- Case Il Fossato** da pk 1+850 a pk 2+480 circa: presenza di depositi estesi di frana quiescente tra le località di Monticchio e Case Il Fossato;
3. **Località Sala Nuova 1** a pk 2+500 circa: presenza di un movimento franoso in prossimità di edifici in località Sala Nuova 1;
4. **Località Piscinale** da pk 4+100 a pk 4+500: presenza di edifici abitativi sparsi sul versante, caratterizzato da depositi di frana quiescente, che insiste sulla carreggiata sud all'uscita della Galleria S.Donato, lato Incisa.
- 5 **Sito Taiano** da pk 1+200 a pk 1+600 circa: presenza di un fenomeno franoso in prossimità dell'omonima località;

**Lotto 1Sud:**

1. **Sito Podere Pruneto** da pk 2+000 a pk 2+900: area estesa in frana attiva e quiescente, rimodellata antropicamente. Il sito è stato esteso fino alla pk 2+900 su richiesta dell'Autorità di Bacino ed è stato integrato con tre coppie di strumenti (inclinometro - piezometro).
2. **Sito Il Palazzo** da pk 3+000 a pk 3+550: area in frana quiescente e attiva rimodellata in parte antropicamente.

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-FS-BR-SD-TP-101**

**A1** = A1 – Autostrada MI-NA

**FS** = Firenze Sud - Incisa

**BR** = codice del Comune di appartenenza (Bagno a Ripoli)

BR = Bagno a Ripoli;

RA = Rignano sull'Arno;

IV = Incisa Valdarno;

**SG** = area di monitoraggio (località San Giorgio)

FM = località La Fonte Manciolina/Via di Vacciano

VR = Via Romanelli

SG = località San Giorgio;

TA = località Taiano;

QV = Quattro Vie, località Monticchio-Case Il Fossato;

SN = Località Sala Nuova 1;

SD = Galleria San Donato;

PI = località Piscinale;

PP = località il Poggio – Podere Pruneto;

PA = località il Palazzo;

**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. Inoltre nelle tabelle seguenti sono identificati i siti di misura ricadenti nel lotto 1-Tratte esterne e nel lotto 2-Variante San Donato

Area di monitoraggio	Denominazione	Comune	Tipologia deposito franoso
A1-FS-BR-FM	Località Fonte Manciolina/Via di Vacciano	Bagno a Ripoli	A2
A1-FS-BR-VR	Via Romanelli	Bagno a Ripoli	A3
A1-FS-BR-SG	Località San Giorgio	Bagno a Ripoli	A3
A1-FS-IV-PP	Località il Poggio – Podere Pruneto	Incisa Valdarno	A2
A1-FS-IV-PA	Località il Palazzo	Incisa Valdarno	A1-A2

**Tabella 21.1** Elenco aree di monitoraggio geotecnico in superficie lotto 1. \* Siti di monitoraggio creati / rilocalizzati o modificati a seguito delle modifiche apportate al progetto con la nuova Galleria S.Donato.

Area di monitoraggio	Denominazione	Comune	Tipologia deposito franoso
A1-FS-BR-TA	Località Taiano	Bagno a Ripoli	A1-A2
A1-FS-BR-QV*	Località Monticchio-Case Il Fossato	Bagno a Ripoli	A2
A1-FS-BR-SN*	Località Sala Nuova 1	Bagno a Ripoli	A2
A1-FS-BR-SD*	Galleria San Donato	Bagno a Ripoli / Rignano Sull'Arno	A1-A2
A1-FS-RA-PI*	Località Piscinale	Rignano sull'Arno	A2

**Tabella 22.2** Elenco aree di monitoraggio geotecnico in superficie lotto 2. \* Siti di monitoraggio creati / rilocalizzati o modificati a seguito delle modifiche apportate al progetto con la nuova Galleria S.Donato.

### Descrizione dei siti di monitoraggio individuati

#### *Località La Fonte Manciolina (A1-FS-BR-FM)*

Nel primo tratto il tracciato attraversa fino alla pk 1+250 circa, la località Fonte Manciolina, caratterizzata da depositi di frana quiescente e di paleofrana. In questo primo tratto il tracciato si sviluppa con un ampliamento di tipo simmetrico (con mantenimento della linea d'asse esistente), per permettere l'allaccio a quanto previsto nel progetto della tratta precedente Firenze Nord – Firenze Sud. L'allargamento della piattaforma in maniera simmetrica in questa parte iniziale, unita alla presenza della rampa in entrata verso sud dello svincolo di Firenze Sud comporta in particolare l'arretramento della trincea esistente posta sul lato della carreggiata sud alla progressiva 0+400 circa, con la conseguente demolizione dei fabbricati posti alla medesima progressiva. Per il controllo dell'intera area di dissesto verrà utilizzata la strumentazione installata in fase di progettazione che sarà integrata da ulteriore strumentazione geotecnica (inclinometri-piezometri). All'interno del sito, su richiesta del Comitato di Controllo, sono stati inseriti anche gli strumenti installati in **Via di Vacciano** per valutare l'eventuale evoluzione del quadro fessurativo negli edifici presenti in zona.

#### *Località Via Romanelli (A1-FS-BR-VR)*

Sempre nel primo tratto del tracciato dalla pk 3+750 a pk 4+150: da gennaio 2018 è iniziato il monitoraggio geotecnico e topografico del nuovo sito "Via Romanelli". A dicembre 2017, infatti, è stato predisposto un piano di monitoraggio per valutare l'eventuale evoluzione del quadro fessurativo negli edifici presenti in zona. Sono stati installati vetrini graduati in corrispondenza delle fessure riscontrate, cinque inclinometri, due piezometri e una rete topografica estesa su gran parte delle abitazioni presenti nel sito di "Via Romanelli".

#### *Località San Giorgio (A1-FS-BR-SG)*

All'inizio della tratta B, in prossimità circa della progr. km 0+300, il tracciato è condizionato dalla presenza della Chiesa San Giorgio, lato carreggiata nord, e dal cimitero posto sul lato opposto. È prevista la realizzazione di un muro di sostegno posto a ridosso della sede autostradale, lungo un pendio naturale estremamente scosceso, per preservare così sia l'edificio della chiesa sia l'edificio adiacente e il relativo cortile esterno. Nella zona individuata si prevede di predisporre una rete di monitoraggio per il controllo fessurativo e topografico installando sulla Chiesa e strutture abitative dei targets ottici e nell'eventualità dei vetrini graduati. Nel caso possa essere necessario, si estenderà la rete di monitoraggio topografico e fessurimetrico anche sulle strutture presenti lungo la carreggiata sud.

#### *Località Taiano (A1-FS-BR-TA)*

In questa parte della tratta B (dalla progr. km 1+282 alla progr. km 1+334), il tracciato si imposta inizialmente nelle arenarie del Monte Falterona tettonizzate, intercettando inoltre alcune faglie di ordine minore. Sono presenti terreni di riporto poggianti su una sottile frana quiescente che si fonda in buona parte nella Formazione di Sillano. Questa frana ha provocato delle lievi lesioni nelle abitazioni collocate a monte dell'autostrada; studi pregressi ipotizzano un movimento limitato alla coltre eluvio-colluviale ed alla porzione alterata del substrato argillitico; si segnalano inoltre fenomeni di soliflusso anche immediatamente ad ovest del riporto.

La strumentazione geotecnica prevista si compone di 2 verticali inclinometriche e 1 piezometrica ad integrazione dei 2 piezometri installati nella fase di progettazione TPES30 (prof. 25 con tubazione di tipo tubo aperto) e TPSSB3 (prof. 35 m, tubo aperto). La disposizione nell'area è a controllo del corpo franoso lungo una sezione, posta perpendicolare all'asse del tracciato, nell'intorno della località Taiano. Inoltre si prevede di predisporre una rete di monitoraggio per il controllo fessurativo e topografico installando

sulle principali crepe pregresse presenti nelle strutture abitative dei vetrini graduati e dei targets ottici nell'intorno degli edifici.

#### *Località Monticchio - Case Il Fossato (A1-FS-BR-QV)*

Il tracciato intercetta una serie di dissesti: da progr. 2+078 a progr. 2+185 si attraversa un primo deposito di frana quiescente. Questo deposito è stato individuato correlando un corpo di frana più antica, riconosciuto da fotointerpretazione a monte del tracciato, con le pessime caratteristiche riscontrate nei terreni del sondaggio SA12 fino a 12 metri circa dal piano campagna. Da progr. 2+233 a progr. 2+315 è presente una ulteriore frana quiescente, ricoperta da terreni di riporto, che ha parzialmente rimobilizzato una paleofrana di grandi dimensioni.

Sul corpo franoso sono presenti a monte e valle del tracciato autostradale alcuni nuclei abitativi relativi alla località Monticchio e al gruppo di abitazione di Case il Fossato.

Alla luce delle modifiche progettuali apportate al tracciato con la nuova Galleria S. Donato, la coppia di strumenti TIES35BIS, installata in fase di progettazione, dal momento che verrà interessata da lavorazioni di sistemazione del versante, verrà sostituita da una coppia nuova di strumenti riposizionata in prossimità del nucleo abitativo "Case Il Fossato". Alla luce di questo riposizionamento è stata rivista anche la posizione della seconda coppia di strumenti, prevista sempre sul lato della carreggiata sud, riubicata al centro del corpo di frana cartografato per estendere l'area di studio.

Nella zona di monte, sotto la località Monticchio, si conferma di monitorare il corpo di frana con 2 coppie inclinometro-piezometro disposte parallelamente al tracciato lungo lo stesso livello altimetrico con il preciso scopo di verificare il comportamento dell'ammasso franoso. Nella zona individuata si prevede di predisporre una rete di monitoraggio per il controllo fessurativo e topografico installando sulle strutture abitative e ricreative dei targets ottici e nell'eventualità dei vetrini graduati.

#### *Località Sala Nuova 1 (A1-FS-BR-SN)*

Nell'area in questione il vecchio progetto prevedeva la realizzazione dell'imbocco nord della Galleria S. Donato. Con il nuovo progetto l'area sarà interessata marginalmente dalle lavorazioni ed il monitoraggio, di conseguenza, sarà circoscritto al controllo del nucleo semiabitativo La Sala Nuova 1 in prossimità della quale è stata cartografata una frana quiescente. La coppia di strumenti prevista avrà lo scopo di monitorare eventuali risentimenti dell'area che potrebbero insorgere a seguito dei lavori di riempimento previsti a valle. Inoltre si prevede di predisporre una rete di monitoraggio per il controllo fessurativo e topografico installando dei vetrini graduati e dei targets ottici nell'intorno degli edifici.

#### *Galleria San Donato (A1-FS-BR-SD)*

Il nuovo sito in oggetto riguarda la Galleria San Donato nel tratto che va da pk 3+460 a pk 3+800 circa. Nel tratto in questione è prevista l'installazione di cinque nuove coppie di strumenti del tipo inclinometro/piezometro a controllo di ricettori/edifici ubicati ai margini della fascia che sarà interessata direttamente dal passaggio della galleria. Tale strumentazione rappresenta una integrazione di quanto previsto per il monitoraggio del fenomeno della subsidenza sulle tratte a bassa copertura della galleria in oggetto (vedi dopo per il dettaglio).

#### *Località Piscinale (A1-FS-RA-PI)*

Il sito in oggetto riguarda il versante che insiste sulla carreggiata sud all'uscita della Galleria S. Donato in direzione Incisa. Si prevede di installare tre coppie di strumenti del tipo inclinometro/piezometro a controllo un po' di tutto il versante, in località Piscinale, che sarà

oggetto di interventi di stabilizzazione. Due delle tre coppie di strumenti saranno installate in prossimità di piccoli nuclei di edifici.

#### *Località il Poggio – Podere Pruneto (A1-FS-IV-PP)*

Il tracciato intercetta un settore caratterizzato da diversi dissesti: da progr. 2+052 a progr. 2+185 viene attraversata una frana, attualmente quiescente, impostata sul versante a monte dell'autostrada in litofacies argillosa. Questo dissesto nel passato ha manifestato movimenti che, dai monitoraggi effettuati tramite misure inclinometriche, hanno evidenziato piani di scorrimento a profondità variabili fra 8 e 15 metri e tutto il settore presenta forti potenzialità di riattivazione. Da progr. 2+408 a progr. 2+456 il tracciato va ad interferire con una zona rimodellata antropicamente con presenza di materiale da riporto parzialmente interessato da una serie di movimenti franosi diffusi in parte attivi. Tutto il settore compreso tra il riporto antropico e la progr. 2+865 è interessato da una serie complessa di dissesti: dalla progr. 2+456 fino a 2+647 si incontra una zona caratterizzata da una serie di diffusa movimenti parzialmente attivi; da progr. 2+577 a progr. 2+647 è riconoscibile un corpo di frana attiva il cui piano di scorrimento risulta, dalle letture strumentali di monitoraggio, collocato a circa 2-3 metri di profondità. Il tracciato prosegue in un esteso e complesso corpo di frana i cui monitoraggi effettuati hanno mostrato la presenza di una superficie di scorrimento principale a 8-9 metri di profondità in corrispondenza delle argille della Formazione di Palazzuolo. Questa area in frana sarà controllata mediante 6 coppie inclinometro-piezometro così disposte: 2 coppie a monte del rilevato autostradale lungo il crinale che scende dalla località il Poggio e 4 coppie strumentali a valle della sede autostradale, in carreggiata nord, a controllo dei dissesti che interessano il tracciato tra la prog. km 2+100 e km 2+900.

#### *Località il Palazzo (A1-FS-IV-PA)*

Un ulteriore ampio corpo franoso, nel suo complesso quiescente, è intercettato dal tracciato tra le progr. 3+110 e 3+576 della tratta C. Nel settore orientale di questa frana negli anni '80 si sono manifestati dei dissesti, successivamente stabilizzati con opere di presidio collocate a valle della sede autostradale. Il monitoraggio strumentale della frana non indica particolari movimenti, ma si ravvisa la presenza di alcune fessurazioni sulla strada S.P. Aretina e di alcuni rigonfiamenti del terreno a valle della stessa. Questi elementi indicano una certa instabilità che hanno indotto a classificare la frana come attiva (da progr. 3+346 a 3+576). La strumentazione geotecnica prevista è composta da 3 coppie inclinometro-piezometro: una prima coppia in prossimità delle strutture in parte abitative denominate il Palazzo posizionate lungo il tracciato autostradale; una seconda coppia ubicata nella porzione a monte dell'ampliamento autostradale previsto in prossimità di tralicci dell'alta tensione installati sul corpo di frana; una terza coppia posizionata nella parte di valle nella parte di frana classificata attiva, a ridosso delle zone di rilevato previste a progetto.

#### *Strumentazione di monitoraggio esistente e da installare prevista da piano di monitoraggio*

Nell'ambito delle attività di monitoraggio del settore Assetto fisico del Territorio si intende utilizzare, sino al momento delle interferenze previste con le opere in progetto, la strumentazione esistente composta principalmente da piezometri. Nei siti individuati si disporrà perciò l'esecuzione di verticali inclinometriche e piezometriche a completamento del monitoraggio geotecnico.

Codice Area	Sito/Opera	Strumentazione geotecnica presente	Strumentazione geotecnica da installare
A1-FS-BR-FM	Località Fonte Manciolina	TPES1 TI10 TPES2 TII11/TPI11bis TII12 TII13/TPI13bis (Via di Vacciano) TIES3 TPES6 TIES7 TPES8 TIES9	
A1-FS-BR-VR	Via Romanelli	INCL.1 INCL.2 INCL.3 INCL.4 INCL.5 PZ.1 PZ.2 25 Miniprismi 10 GPS	
A1-FS-BR-SG	Località San Giorgio	10÷15 vetrini graduati 20 mire ottiche topografiche 3 fessurimetri elettrici	
A1-FS-BR-TA	Località Taiano	TPES30 TPSSB3 TII100/TPI100bis TII101 10÷15 vetrini graduati 36 mire ottiche topografiche	
A1-FS-BR-QV	Località Monticchio-Case Il Fossato	TII200/TPI200bis TII201/TPI201bis TII202/TPI202bis TII203/TPI203bis (Divelto) 10÷15 vetrini graduati 15÷20 mire ottiche topografiche	

Codice Area	Sito/Opera	Strumentazione geotecnica presente	Strumentazione geotecnica da installare
A1-FS-BR-SN	Località Sala Nuova 1	TII300/TPI300bis 5÷10 vetrini graduati 15-mire-ottiche topografiche	
A1-FS-BR-SD	Galleria San Donato	TI400/TP400bis TI401/TP401bis TI402bis/TP402bis TI403/TP403bis TI404/TP404bis	20÷25 vetrini graduati 50÷60 mire ottiche topografiche
A1-FS-RA-PI	Località Piscinale	TII500/TPI500bis TII501/TPI501bis TII502/TPI502bis	
A1-FS-IV-PP	Località il Poggio – Podere Pruneto	TII600/TPI600bis TII601/TPI601bis TII602/TPI602bis TII603/TPI603bis TII604/TPI604bis TII605/TPI605bis	
A1-FS-IV-PA	Località il Palazzo	TII700/TPI700bis TII701/TPI701bis TII702/TPI702bis	

Tabella 23 Strumentazione geotecnica.

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.

Viene prolungato a tre anni il monitoraggio post operam dei piezometri a controllo della galleria e del rimodellamento San Donato, fra cui il multipiezometro e il piezometro di Torre a Cona.

Il prolungamento del monitoraggio in corrispondenza dei piezometri a controllo della galleria, che costituiscono parte integrante del sistema di monitoraggio di Torre a Cona, forniranno dati utili alla comprensione di eventuali fenomeni rilevati in corrispondenza delle captazioni di Torre a Cona e potenzialmente legati con l'esecuzione delle opere.

Inoltre come richiesto dall'Organo di Controllo viene predisposto un coordinamento tra l'attività dell'Assetto del Territorio previsto da PMA e l'attività del monitoraggio geotecnico (MOG), con l'inserimento dei dati all'interno dei report trimestrali.

In tabella 17 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
Mire ottiche su fabbricato (MO)	Semestrale	Mensili*	-
Vetrini graduati (VG)	Semestrale	Mensili*	-

**Tabella 24** 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 in prossimità dei ricettori sensibili individuati.

#### Tratti a bassa copertura della galleria naturale San Donato

Lungo i tratti a bassa copertura della galleria naturale S. Donato, unica galleria prevista da progetto, sono previste attività di monitoraggio finalizzate a:

- valutare l'entità e l'ampiezza di fenomeni di subsidenza conseguenti dallo scavo in sotterraneo, 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.

Il metodo d'analisi consiste nell'individuare in primo luogo una "fascia d'influenza" (denominata "fascia A"), in cui si prevede che lo scavo di galleria comporti fenomeni di subsidenza di entità tale da poter comportare danni anche rilevanti ad eventuali edifici o altri recettori sensibili posti al suo interno, ovvero che possano pregiudicarne la funzionalità o la sicurezza. Al contorno della fascia A si è definita una seconda fascia, detta fascia di controllo e denominata "fascia B", che individua le aree dove, nonostante si prevedano fenomeni di subsidenza trascurabili o comunque ridotti, si ritiene opportuno monitorare eventuali recettori sensibili al fine di eseguire controlli periodici del loro stato di conservazione.

Per tutti gli edifici posti all'interno di entrambe le fasce è prevista l'esecuzione di una perizia giurata al fine di verificare lo stato di conservazione di ogni edificio prima dell'inizio delle attività di scavo dell'opera interferente.

Come visibile planimetricamente (vedi Figura 1), il tracciato della galleria sottopassa, tra le progressive pk 9+350 e pk 9+400, due edifici di civile abitazione, denominati nel seguito A1 e A2. In tale tratto la copertura in calotta è compresa tra 60 e 70 m.

Nel tratto precedente, tra le pk 9+250 e pk 9+330, il tracciato corre lateralmente ad un complesso di edifici, che distano circa 60 m dalla galleria stessa (vedi Figura 2). Tra questi, sono stati valutati gli edifici B1, B2 e B3. Tali edifici, sebbene fuori dalla fascia di influenza e di controllo, sono stati considerati nel presente studio a titolo cautelativo ed in quanto ubicati sul versante interessato dallo scavo della galleria e a monte di quest'ultima.

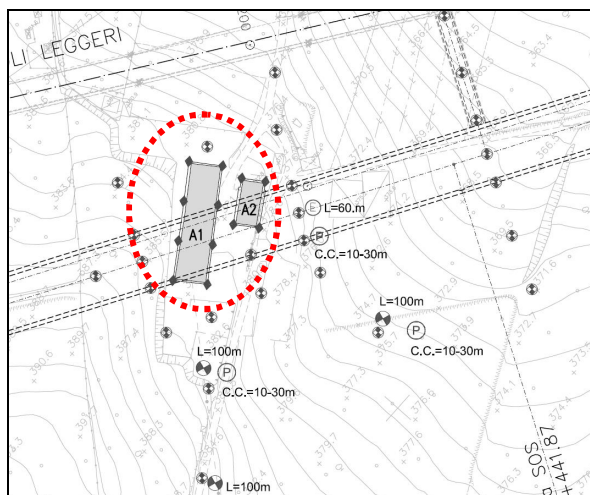
In corrispondenza della progressiva pk 9+200, il tracciato sottopassa un cimitero, nel quale sono ubicati 4 edifici, nel seguito denominati C1, C2, C3 e C4 (vedi Figura 3).

Per questi ultimi due casi, si sono considerate, a favore di sicurezza, le coperture in asse al tracciato della galleria.

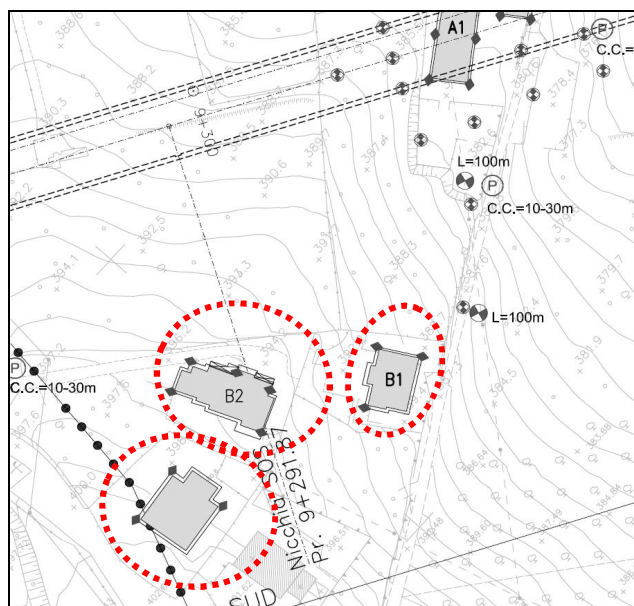
Al fine di definire il potenziale grado di danneggiamento arrecato dagli scavi, risulta necessario definire il campo di deformazioni per i quali tali preesistenze possono subire degli effetti, ovvero il bacino di subsidenza.

La necessità di controllo delle subsidenze deve essere orientata a:

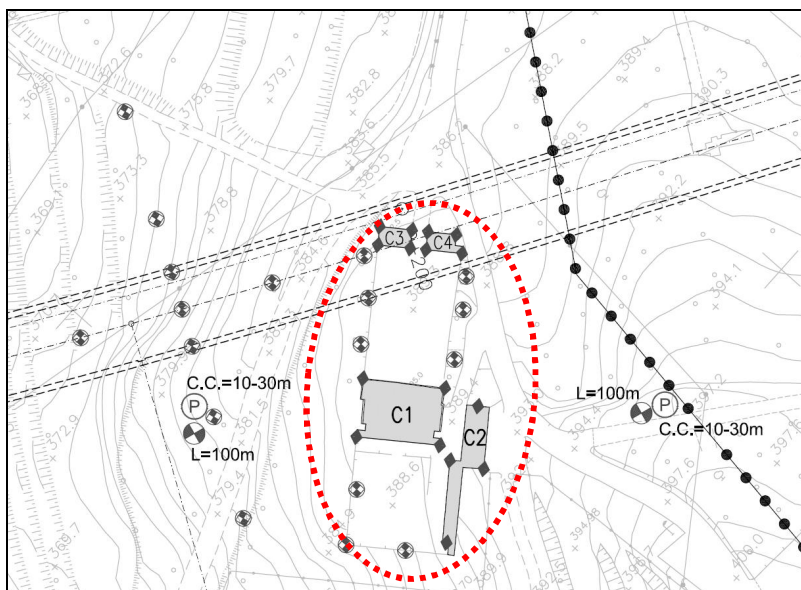
- evitare il danneggiamento delle strutture in superficie;
- garantire la sicurezza delle lavorazioni;
- evitare l'innescò e la rimobilizzazione di fenomeni di instabilità dei versanti.



**Figura 1 - Inquadramento planimetrico edifici A1 e A2 posti sopra la galleria**



**Figura 2 - Inquadramento planimetrico edifici B1 e B2 posti lateralmente alla galleria**



**Figura 3 - Inquadramento planimetrico edifici C1, C2, C3 e C4 costituenti il cimitero**

#### Frequenza di lettura in zone a bassa copertura

- *In presenza di recettori sensibili*

**I rilievi topografici** seguiranno la seguente frequenza:

- n. 2 letture ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza di 50m;
- n.1 lettura al giorno durante le fasi di scavo quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza inferiore 50m;
- n.1 lettura al giorno durante le fasi di scavo quando il fronte è in allontanamento ad una distanza inferiore 50m;
- potranno essere eseguite n.2 letture per verificare l'esaurimento dei movimenti causati dallo scavo quando il fronte è in allontanamento ad una distanza superiore a 50m.

**I rilievi geotecnicici** seguiranno la seguente frequenza:

- n. 1 lettura ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza di 50m;
- n.2 lettura ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana durante le fasi di scavo quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza inferiore 50m;
- n.2 lettura ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana durante le fasi di scavo quando il fronte è in allontanamento ad una distanza inferiore 50m;
- potranno essere eseguite n.2-3 letture per verificare l'esaurimento dei movimenti causati dallo scavo quando il fronte è in allontanamento ad una distanza superiore a

50m.

- *In assenza di recettori sensibili*

I rilievi **topografici** e quelli **geotecnici** seguiranno la seguente frequenza:

- n. 1 lettura ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza di 50m;
- n.2 lettura ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana durante le fasi di scavo quando il fronte è in avvicinamento ad una distanza inferiore 50m;
- n.2 lettura ad ogni campo di scavo o comunque ogni settimana durante le fasi di scavo quando il fronte è in allontanamento ad una distanza inferiore 50m;
- potranno essere eseguite n.2-3 letture per verificare l'esaurimento dei movimenti causati dallo scavo quando il fronte è i allontanamento ad una distanza superiore a 50m.

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

## 5. ASPETTI ORGANIZZATIVI

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

- organicità delle risorse e uniformità delle procedure operative tra i vari settori di indagine;
- efficienza tecnica conseguente all'impiego di risorse di livello adeguato per 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;
- 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 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 accorpate 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.

Uno strumento operativo essenziale di tale organizzazione è costituito 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 consente, 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.

Periodicamente, con frequenza da definire, saranno forniti i dati grezzi rilevati e 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.

## 5.2. Procedure di prevenzione delle criticità

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

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

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

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

- descrittori delle condizioni al contorno, su cui non ci possono essere interventi da parte dei soggetti gestori (in pratica i parametri meteo-climatici);

- descrittori di caratteristiche delle variabili ambientali effettivamente utilizzate come indicatori di qualità/criticità, che aiutano ad interpretare i risultati ma non offrono di per sé specifici orientamenti valutativi.

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

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

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

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

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

### **5.2.1. 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 un opportuno sopralluogo atto a verificare l'entità del disagio. Successivamente si procederà, se necessario, ad eseguire entro 72 ore un rilievo diretto con una metodica appropriata valutata di volta in volta dai tecnici del Monitoraggio in funzione delle caratteristiche sonore della sorgente, in modo da valutare il rispetto dei limiti di legge. I risultati del rilievo verranno comunicati alle autorità competenti con una tempistica che verrà definita in una idonea procedura di gestione dei flussi. In caso di superamento dei suddetti limiti verranno individuati gli interventi mitigativi atti a risolvere la problematica e si provvederà a ripetere il rilievo per verificare l'efficacia delle mitigazioni.

### **5.2.2. 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:
  - ù Tipo di lavorazione;
  - ù Area interessata;
  - ù Orario e durata delle lavorazioni;
  - ù Che tali lavorazioni non hanno nessun tipo di ripercussioni sulle abitazioni.

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

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 del Monitoraggio (SIM), che costituisce uno degli elementi fondanti l'intero sistema predisposto per l'esecuzione del monitoraggio.

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

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

### § **ATMOSFERA**

- Ø Sensori remoti con acquisizione in automatico e trasmissione in continuo attraverso la rete
- Ø Misure strumentali con operatore

### § **RUMORE**

- Ø Misure strumentali con operatore

### § **VIBRAZIONI**

- Ø Misure strumentali con operatore

### § **ACQUE SUPERFICIALI**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

### § **ACQUE SOTTERRANEE**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

### § **VEGETAZIONE**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

### § **FAUNA**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

### § **ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO**

- Ø Misure strumentali con operatore

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

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

L'acquisizione e il trattamento dell'insieme dei dati provenienti dal territorio (attraverso il monitoraggio ambientale) e dall'opera (attraverso gli elaborati di progetto) saranno quindi sviluppati all'interno della banca dati alfanumerica e posizionati sulla cartografia grazie ad una interfaccia GIS; l'insieme dei due sistemi di trattamento dei dati consentirà di gestire organicamente la mole di dati che descriveranno le interferenze tra l'opera ed il territorio.

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

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

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

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

## 6.1. Architettura del sistema

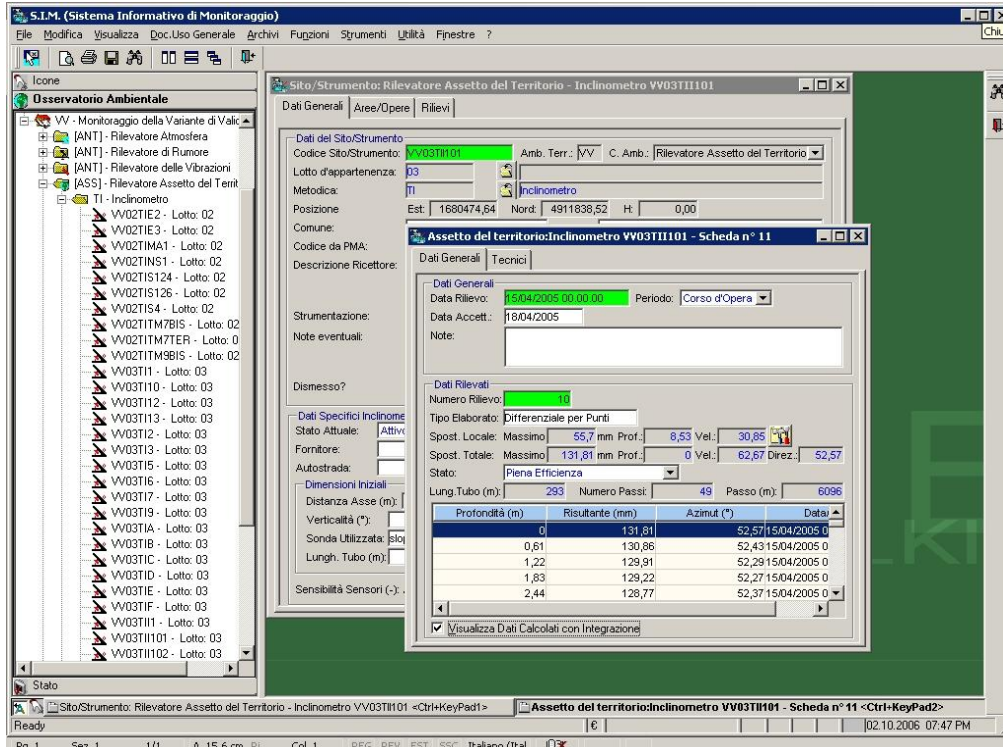
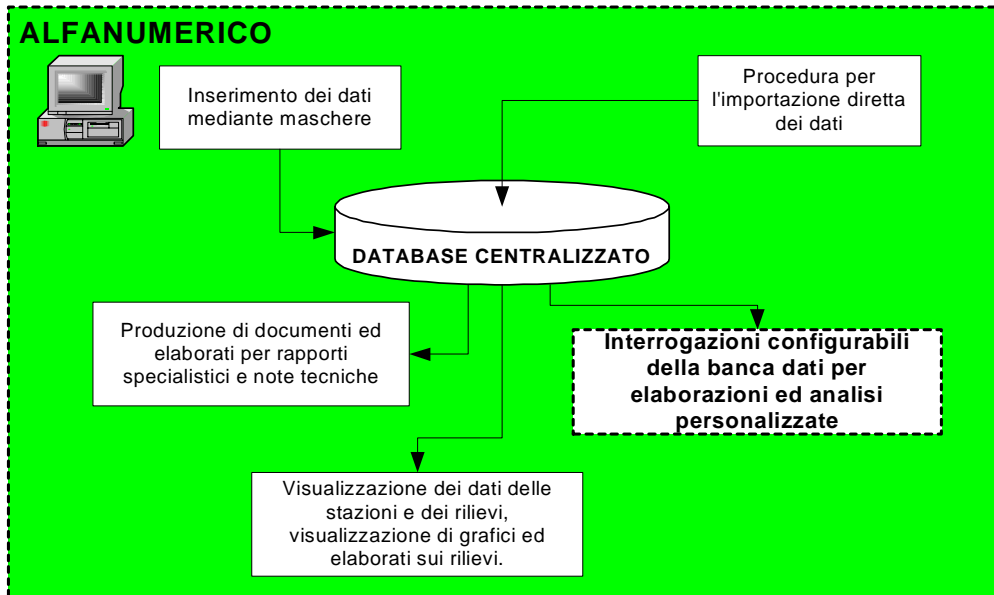
Il SIM è una banca dati avente due interfacce:

- § interfaccia alfanumerica costruita ad hoc;
- § interfaccia geografica.

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

I dati alfanumerici non sono altro che la caratterizzazione dei punti di rilievo e di tutte le misurazioni effettuate e validate dalle ditte specializzate; questi dati vengono archiviati in un database strutturato di tipo Oracle. Il database alfanumerico è in pratica una collezione di

dati già validati, verificati ed elaborati, suddivisi per temi ambientali ed indicatori sintetici di stato d'ambiente; nel diagramma sottostante viene mostrata la struttura che definisce il flusso dei dati alfanumerici.



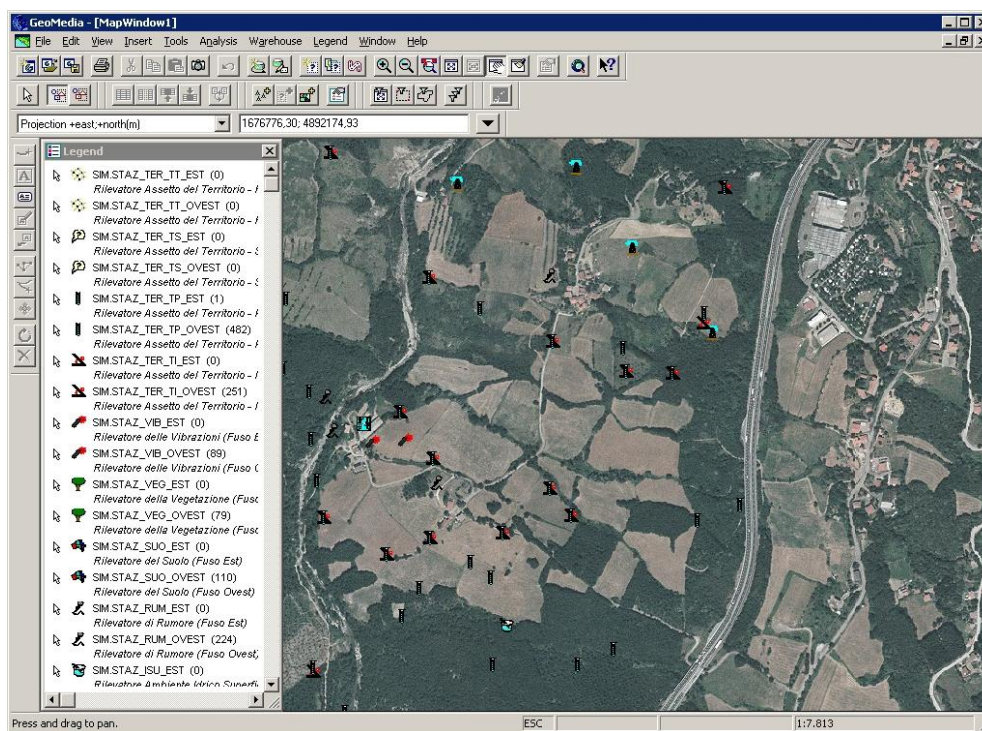
SIM – interfaccia alfanumerica

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

- § Tavole di progetto
- § Cartografia geografica e tematica
- § Dati territoriali, intesi come localizzazione dei punti di rilievo nel territorio

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

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



### SIM – interfaccia geografica

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

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

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