



Società Autostrada Tirrenica p.A.  
GRUPPO AUTOSTRADALE PER L'ITALIA S.p.A.

**AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA**  
**LOTTO 5B**

**TRATTO: FONTEBLANDA – ANSEDONIA**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

**INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE NAZIONALE**

**SOMME A DISPOSIZIONE**

**MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**RELAZIONE GENERALE**

**IL PROGETTISTA SPECIALISTICO**

Ing. Ferruccio Bucalo  
Ord. Ingg. Genova N. 4940

**RESPONSABILE UFFICIO MAM**

**IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. Alessandro Alfì  
Ord. Ingg. Milano N. 20015

**CAPO PROGETTO**

**IL DIRETTORE TECNICO**

Ing. Massimiliano Giacobbi  
Ord. Ingg. Milano N. 20746

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO							DATA:	REVISIONE	
	DIRETTORIO			FILE					n.	data
—	codice commessa	N.Prog.	unita'	ufficio argomento	n. progressivo	Rev.	OTTOBRE 2016			
—	12121409	—	—	MAM001	—	—	SCALA:			

	<b>COORDINATORE GENERALE INIZIATIVA SAT</b> Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746 <b>CAPO COMMESSA</b>		ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
	CONSULENZA A CURA DI :		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
			IL RESPONSABILE UNITA' :	Ing. Ferruccio Bucalo O. I. Genova N. 4940

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

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	4
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE .....	4
<b>3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>7</b>
3.1. ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	7
3.2. ANALISI DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE .....	8
3.2.1. COMPONENTE ATMOSFERA .....	9
DATI PREGRESSI.....	9
DATI UTILIZZABILI .....	9
3.2.2. COMPONENTE RUMORE .....	9
DATI PREGRESSI.....	9
DATI UTILIZZABILI .....	10
3.2.3. COMPONENTE VIBRAZIONI.....	10
DATI PREGRESSI.....	10
DATI UTILIZZABILI .....	10
3.2.4. COMPONENTE IDRICO SUPERFICIALE.....	11
DATI PREGRESSI.....	11
DATI UTILIZZABILI .....	11
3.2.5. COMPONENTE IDRICO SOTTERRANEO.....	11
DATI PREGRESSI.....	11
DATI UTILIZZABILI .....	11
3.2.6. COMPONENTE FAUNA .....	11
DATI PREGRESSI.....	11
DATI UTILIZZABILI .....	12
3.2.7. COMPONENTE VEGETAZIONE.....	12
DATI PREGRESSI.....	12
DATI UTILIZZABILI .....	12
3.3. COMPONENTI AMBIENTALI SELEZIONATE .....	12
3.3.1. COMPONENTE ATMOSFERA.....	12
3.3.2. COMPONENTE RUMORE.....	12
3.3.3. COMPONENTE VIBRAZIONI .....	14

3.3.4.	COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI .....	15
3.3.5.	COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE.....	16
3.3.6.	COMPONENTE FAUNA .....	17
3.3.7.	COMPONENTE VEGETAZIONE.....	18
3.4.	METODICHE DI RILEVAMENTO .....	18
3.4.1.	ATMOSFERA .....	18
3.4.2.	RUMORE.....	23
3.4.3.	VIBRAZIONI .....	28
3.4.4.	COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI .....	33
3.4.5.	COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE.....	38
3.4.6.	COMPONENTE FAUNA .....	40
3.4.7.	COMPONENTE VEGETAZIONE.....	42
<b>4.</b>	<b>ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>44</b>
4.1.	COMPONENTE ANTROPICA .....	44
4.1.1.	ATMOSFERA .....	44
4.1.2.	RUMORE.....	45
4.1.3.	VIBRAZIONI .....	47
4.2.	COMPONENTE IDRICA .....	50
4.2.1.	ACQUE SUPERFICIALI ED ECOSISTEMI FLUVIALI.....	50
4.2.2.	ACQUE SOTTERRANEE .....	54
4.3.	COMPONENTE NATURALE .....	56
4.3.1.	FAUNA .....	56
4.3.2.	VEGETAZIONE.....	57
<b>5.</b>	<b>ASPETTI ORGANIZZATIVI.....</b>	<b>59</b>
5.1.	STRUTTURA OPERATIVA .....	59
5.2.	DEFINIZIONI SOGLIE MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	60
5.3.	PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLE CRITICITÀ .....	61
<b>6.</b>	<b>SISTEMA INFORMATIVO.....</b>	<b>63</b>

## TAVOLE

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

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione generale del **Piano di Monitoraggio Ambientale** relativo al progetto di realizzazione dell'autostrada A12 nel tratto **Fonteblanda – Ansedonia** (Lotto 5B); l'intervento è inserito nel più ampio intervento di realizzazione del tronco sud per il completamento del corridoio tirrenico che si estende dallo svincolo di Grosseto Sud alla A12 Roma - Civitavecchia.

L'intervento, che interesserà un tratto di circa 22+920 km ha inizio in prossimità ad una distanza di 1,5km circa più a nord dell'attuale svincolo di Fonteblanda, e termina ad Ansedonia in corrispondenza dell'attuale svincolo di Ansedonia Sud. Il tracciato in oggetto ricade quasi esclusivamente nel comune di Orbetello, il tratto finale a sud cade entro il territorio comunale di Capalbio.

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

In dettaglio, il Piano si prefigge i seguenti obiettivi:

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

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

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1. Descrizione dell'area di intervento

La tratta toscana dell'autostrada A12 tra Grosseto Sud e Fonteblanda si sviluppa in modo vario ed articolato, sia dal punto di vista ambientale che paesaggistico. In particolare si può riconoscere un sistema paesistico, rappresentato da un ambito territoriale ampio, caratterizzato da un insieme di elementi diversificati:

- sistema delle pianure costiere
- sistema dei rilievi dell' Antiapennino

#### Sistema delle pianure costiere

Si tratta di un'unità paesistica caratterizzata da una morfologia di tipo pianiziale o lievemente collinare, con fasce altimetriche prevalenti al di sotto dei 100 m s.l.m. Il substrato è legato ai depositi alluvionali recenti. L'uso del suolo è poco differenziato: la maggior parte del territorio è destinata alle colture agricole di pieno campo, mentre le colture arboree hanno un'estensione minima. Ridotte, e in diminuzione, sono anche le superfici occupate dalla copertura forestale o destinate a pascolo. I centri urbani occupano una superficie abbastanza limitata: prevalgono le abitazioni sparse, soprattutto di tipo rurale, ma in generale gli insediamenti antropici sono in aumento. In questa unità paesistica i segni dell'intervento dell'uomo sono piuttosto evidenti: la maggior parte delle infrastrutture e degli insediamenti sono ubicati in quest'ambito. Il paesaggio agrario inoltre è abbastanza omogeneo e le siepi arboree e arbustive sono molto più scarse rispetto alle aree collinari.

#### Sistema dei rilievi dell'appennino

Si tratta di un'unità paesistica caratterizzata da morfologia di tipo collinare e subordinatamente montana, con fasce altimetriche prevalenti di 100-300 m s.l.m. e 300-500 m s.l.m.

Circa il 60% di questo territorio ha una copertura costituita da formazioni di tipo forestale, in maggioranza boschi cedui. Le colture agrarie di tipo erbaceo hanno diffusione minore, e minima è la presenza di colture arboree quali vite e olivo. Il paesaggio è caratterizzato da una elevata presenza di siepi arboree e arbustive, molto significative da un punto di vista ecologico. Gli insediamenti sono molto radi e costituiti nella maggioranza dei casi da abitazioni isolate.

### 2.2. Descrizione generale del progetto stradale

Il lotto 5B, ha uno sviluppo complessivo di circa 24,3 km, inizia in località Fonteblanda e termina ad Ansedonia in corrispondenza dell'attuale svincolo di Ansedonia Sud. Il tracciato di progetto è posto sulla sede dell'attuale SS Aurelia, da cui si discosta solo per un tratto di circa un chilometro, (km 17+000) ed in corrispondenza dei viadotti di attraversamento dei corsi d'acqua e della ferrovia.

Dal punto di vista delle connessioni, gli svincoli previsti sono i seguenti:

- Fonteblanda;
- Albinia;

- Orbetello scalo;
- Ansedonia Nord;
- Ansedonia Sud.

Per quanto riguarda gli attraversamenti, sono previsti:

- Un ponte per il superamento del Collettore Orientale (km 0+909)
- Un viadotto che si discosta dall'attuale, sul Torrente Osa (km 3+500)
- Un viadotto che si discosta dall'attuale, sul Fiume Albegna (km 8+978)

e due gallerie artificiali:

- Galleria artificiale Fonteblanda (km 2+800)
- Galleria artificiale Orbetello Scalo (km 17+430).

### Aree di cantiere

#### *Cantiere CB01*

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere è stata individuata, dopo un'attenta analisi del territorio, un'area alla progr. 17+400 della nuova A12 lato carr. dir. Sud, nel territorio del comune di Orbetello dove sono stati previsti:

- Campo Base
- Cantiere Operativo
- Area di Caratterizzazione Terre

L'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza alla realizzanda autostrada, in corrispondenza del nuovo Svincolo di Orbetello/Monte Argentario "SV05-SV06". L'area risulta direttamente accessibile da via Innocenti, collegata alla S.P.61 "Strada Provinciale di Porto Santo Stefano". Si è optato per la realizzazione di un'area di cantiere suddivisa in 3 sub-aree distinte, collegate tra di loro attraverso una viabilità interna che diparte da entrambi gli accessi sopra descritti. L'accesso a ciascuna sottoarea è garantito da appositi cancelli. L'area adibita a "lavaggio ruote" è stata ubicata in prossimità del cancello principale di accesso all'area di cantiere, mentre la "pesa" è posizionata all'interno della sottoarea adibita a cantiere operativo.

Oltre al cantiere principale si prevede di installare un cantiere operativo al riposizionamento della viabilità IN06, alla progressiva km 1+700 carreggiata Nord della nuova autostrada A12, nel Comune di Orbetello, sfruttando la geometria del nuovo assetto viario che andrà a costituirsi, composto appunto dal riposizionamento di strade secondarie e dalla realizzazione di una nuova intersezione a rotatoria. Il cantiere operativo risulta accessibile anche dalla S.P.1 "Strada Provinciale Talamone-Magliano".

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

#### *Cantiere CO01*

Oltre al cantiere base si prevede di installare un cantiere operativo in prossimità dello svincolo di Fonteblanda, carreggiata Nord della nuova autostrada A12, nel Comune di Orbetello, sfruttando la geometria del nuovo assetto viario che andrà a costituirsi,

composto appunto dal riposizionamento di strade secondarie e dalla realizzazione di una nuova intersezione a rotatoria. Il cantiere operativo risulta accessibile anche dalla S.P.1 “Strada Provinciale Talamone-Magliano”.

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

Per consentire facilità di manovra dei mezzi in ingresso/uscita da ciascuna sottoarea del cantiere, si è ritenuto opportuno inserire una strada di accesso parallela al lato sud-ovest dell’area di cantiere, in adiacenza al corso del fosso esistente. Da questa viabilità è possibile accedere, tramite cancelli, a ciascuna sottoarea.

L’area risulta pressoché pianeggiante, pertanto risulta sufficiente effettuare modesti movimenti di terra.

### 3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

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

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

La selezione delle componenti è stata operata anche in ottemperanza delle indicazioni e delle prescrizioni della sopra richiamata Delibera CIPE 16/2008, di seguito brevemente sintetizzate:

- **è richiesta la predisposizione di un Piano di Monitoraggio** da redigere secondo le Linee Guida della Commissione Speciale VIA;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della componente rumore**, che preveda campagne di rilevamento del clima acustico ante operam presso tutti i ricettori che nello studio acustico presentano esuberi dei limiti di legge;
- **è richiesto un programma di monitoraggio per i corsi d'acqua interessati direttamente dai lavori**;
- **è richiesto un programma di monitoraggio ante e post operam dei campi elettromagnetici** per gli eventuali ricettori ritenuti particolarmente esposti;

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

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

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

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

Al fine di definire i valori di tutela ambientale che esprimano effettivamente la compatibilità con le attività previste per la realizzazione del progetto autostradale, saranno stabilite le **soglie di azione** da attribuire ai principali indicatori ambientali individuati per le diverse componenti monitorate.

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

#### Settore Antropico

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

#### Settore Idrico

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

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

#### Settore Naturale

Nel tratto interessato dall'opera il grado di naturalità risulta in parte alterato rispetto alla sua natura originaria a causa delle trasformazioni dell'uso del suolo intervenute sul territorio. Nell'area vasta delle zone interessate dalla presenza della infrastruttura, nonostante siano più numerose le aree soggette ad attività e sfruttamento agricolo, si rinvengono soprassuoli boscati e habitat di notevole importanza. La diversità della fauna attuale, seppur ridotta rispetto al passato, presenta elementi ambientali di eccellenza. Questo anche in relazione al fatto che il tracciato stradale si trova vicino ai seguenti istituti di tutela:

- SIC/SIR/ZPS Padule della Trappola, Bocca D'Ombrone IT51A0013;
- SIC/SIR ZPS Pineta Granducale dell'Uccellina IT51A0014;
- SIC/SIR/ZPS Dune Costiere dell'Uccellina IT51A0015;
- SIC/SIR/ZPS Monti dell'Uccellina IT51A0016;
- SIR/ZPS Pianure del Parco della Maremma IT51A0036;
- SIC/SIR/ZPS Laguna di Orbetello IT51A0026;
- SIC/SIR ZPS Monte Argentario, Isolotto di Porto Ercole e Argentarola IT51A0025.

### **3.2. Analisi dello Studio di Impatto Ambientale**

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

Per il lotto 5B il SIA è stato aggiornato eseguendo delle indagini ambientali nella tratta in oggetto. Di seguito si riportano per le diverse componenti i dati rilevati che possono essere utilizzati per la caratterizzazione della qualità ambientale in condizioni indisturbate rispetto alla fase di cantiere (fase ante Operam).

### 3.2.1. Componente Atmosfera

#### Dati pregressi

Nell'ambito del SIA è stata effettuata una simulazione dell'impatto sulla qualità dell'aria nelle aree prossime alla realizzazione della A12 attraverso una modellazione delle emissioni nello scenario temporale del 2016, considerando gli inquinanti CO, VOC, Benzene, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>.

Le simulazioni mostrano che rispetto ai valori di fondo le medie annuali delle concentrazioni attese nello stato attuale sono maggiori tra il 23% e il 41% per il PM<sub>10</sub>, tra il 2% e il 17% per il PM<sub>2.5</sub> e tra il 34% e il 56% per l'NO<sub>2</sub>.

Le medie annuali delle concentrazioni attese nello stato di progetto al 2016 sono maggiori rispetto ai valori di fondo tra il 28% e il 46% per il PM<sub>10</sub>, tra il 23% e il 41% per il PM<sub>2.5</sub> e tra il 41% e il 64% per l'NO<sub>2</sub>. Tra lo scenario di progetto e quello programmatico al 2016 si registrano incrementi sia per gli NO<sub>x</sub> che per il PM<sub>2.5</sub> di un massimo del 3% per gli NO<sub>x</sub> e del 4% circa per il PM<sub>2.5</sub> mentre si registra una riduzione del PM<sub>10</sub>.

La media annuale per il PM<sub>10</sub> e la media annuale dell'NO<sub>2</sub> sono inferiori ai valori fissati dalla normativa, pari in entrambi i casi a 40 µg/m<sup>3</sup>; ciò avviene per tutti gli scenari simulati: Attuale, Programmatico 2016 e Progettuale 2016.

Per quanto concerne la media giornaliera di PM<sub>10</sub> e il valore massimo orario di NO<sub>2</sub>, non si registrano superamenti della soglia limite in tutti gli scenari considerati.

#### Dati utilizzabili

Non vi sono in quest'area stazioni di monitoraggio gestite da ARPAT. Tuttavia sono state effettuate delle considerazioni sullo stato della qualità dell'aria nell'area di interesse, valutando i risultati della campagna di monitoraggio effettuata da SPEA nell'ambito del SIA, in località "la Torba" (Capalbio). La suddetta località non cade direttamente nell'area di interesse ma è a pochi km dall'area in cui il tracciato ha inizio. Pertanto, i dati rilevati sono stati ritenuti rappresentativi anche dell'area interessata dal tracciato.

La campagna di monitoraggio è stata effettuata dal 16/11/2010 al 30/11/2010 (15 giorni). Il monitoraggio delle polveri è stato eseguito con un campionatore sequenziale TCR Tecora mod. SkyPost PM HV con Testa di prelievo Sentinel PM<sub>10</sub>. Il campionatore è stato posizionato a distanza di circa 300 metri dal tracciato stradale dell'Aurelia, in prossimità di un nucleo residenziale, stabilmente abitato, costituito da 2 edifici a 2 piani fuori terra, ubicati in posizione isolata. L'area circostante, a conformazione morfologica collinare, è costituita da campi coltivati. Pertanto, la sorgente principale di PM<sub>10</sub> è costituita dai transiti veicolari (leggeri e pesanti) lungo il tracciato dell'Aurelia, a cui si associano possibili attività agricole nei campi circostanti. Assieme alle polveri sono stati monitorati i parametri meteorologici e gli inquinanti primari NO<sub>2</sub> e BTX tramite campionatori passivi.

Le indagini eseguite possono essere considerate per il completamento della caratterizzazione ante operam nel PMA in oggetto in quanto ricadenti all'interno dell'area di interesse.

### 3.2.2. Componente Rumore

#### Dati pregressi

Nell'ambito del SIA è stata effettuata la simulazione dell'impatto acustico nelle aree prossime ai lavori.

Per il lotto in oggetto lo studio acustico è stato aggiornato ed integrato rispetto a quello contenuto nel SIA; i risultati delle simulazioni acustiche presenti nell'integrazione evidenziano il rispetto dei limiti su molti dei ricettori presenti nel lotto 5B.

Le mitigazioni previste riguardano sia la realizzazione di barriere antirumore che la presenza di asfalto drenante.

#### **Dati utilizzabili**

Nell'aggiornamento dello studio acustico sono state effettuate n. 3 misurazioni della durata di 24 ore ed una misura della durata di 1 settimana seguendo le metodologie del DMA 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".

I rilievi acustici hanno una doppia finalità:

- taratura del modello previsionale
- definizione dei livelli acustici ante operam

Le postazioni di misura individuate all'interno della tratta in indagine sono le seguenti:

- P1 (rilievo di 7 giorni), Via Camping "Africa" – Via Aurelia Km 154 – loc. Albinia – Orbetello (GR);
- P2 (rilievo di 24 ore), Albergo "Rosa dei Venti" – Via Calabria,33/35 – loc. Albinia – Orbetello (GR);
- P3 (rilievo di 24 ore), Sig. Babrini – Via SS Aurelia, 47/A – Orbetello (GR);
- P4 (rilievo di 24 ore), Via Vecchia Aurelia , 48 – loc. Fonteblanda – Orbetello (GR)

I rilievi sono stati effettuati nei giorni 7-8 febbraio 2011 (postazioni giornaliere) e 8-14 febbraio 2011 (postazioni settimanali).

Le postazioni di indagine eseguite possono essere utilizzate nel PMA e contribuiranno alla caratterizzazione ante operam

### **3.2.3. Componente Vibrazioni**

#### **Dati pregressi**

Nell'ambito del SIA è stata effettuata la simulazione dell'impatto vibrazionale nelle aree prossime ai lavori.

Per il lotto in oggetto lo studio vibrazionale è stato aggiornato ed integrato rispetto a quello contenuto nel SIA; i risultati delle simulazioni vibrazionali presenti nell'integrazione evidenziano per un numero limitato di ricettori prossimi alle lavorazioni maggiormente impattanti la possibilità di superare la soglia del disturbo. Non viene mai superata la soglia per il danno agli edifici.

#### **Dati utilizzabili**

Nell'aggiornamento dello studio vibrazionale non sono state effettuate misurazione mentre vengono individuate alcune abitazioni dove in funzione della distanza e dalla tipologia della lavorazione si potrebbe superare la soglia del disturbo per i residenti. I fenomeni di disturbo, tuttavia, non sono tali da indurre preoccupazioni: essi sono stati infatti stimati con una modellazione che considera la sorgente di vibrazione costante, mentre in realtà essa risulta mobile ed ha comunque caratteristiche di limitata durata temporale. Per alcuni di questi ricettori viene consigliato l'esecuzione di un monitoraggio di corso d'opera

### **3.2.4. Componente Idrico Superficiale**

#### **Dati pregressi**

Nell'ambito del progetto definitivo, sono stati esaminati i corsi d'acqua che confinano o attraversano la soluzione progettuale prevista. La caratterizzazione ecologico-naturalistica dei corsi d'acqua, in grado di fornire il necessario supporto comparativo tra i siti esaminati, si è basata su valutazioni sito-specifiche emerse dai sopralluoghi e su analisi cartografiche dei tematismi territoriali di interesse. Per la valutazione dello stato di qualità biologica sono stati presi in considerazione i riferimenti bibliografici degli enti competenti.

#### **Dati utilizzabili**

Nell'ambito del SIA per la valutazione degli effetti delle possibili interferenze con il sistema delle acque superficiali, determinate dalla realizzazione e dall'esercizio delle opere, sono stati effettuati alcuni studi di dettaglio sulla componente idrica.

### **3.2.5. Componente Idrico Sotterraneo**

#### **Dati pregressi**

Nell'ambito del SIA sono stati raccolti ed analizzati i dati idrogeologici disponibili da bibliografia e presso gli Enti territoriali. Lo studio è stato eseguito lungo una fascia larga circa 2 km a cavallo del tracciato di progetto; sulla base dell'inquadramento idrogeologico preliminare il tracciato autostradale è stato suddiviso e descritto in ambiti idrogeologici. Sono stati inoltre raccolti ed analizzati i dati idrogeologici derivanti dalle indagini connesse alla progettazione dell'opera, dal censimento dei pozzi e delle sorgenti realizzando la ricerca lungo un fascia larga circa 1 km a cavallo del tracciato autostradale di progetto e dei rilievi piezometrici sui piezometri/pozzi individuati.

L'impatto indotto dalla realizzazione delle opere sulle acque sotterranee può consistere principalmente in modificazioni del livello della falda superficiale ma soprattutto in fenomeni di inquinamento della medesima. L'analisi delle acque sotterranee ha lo scopo di evidenziare le eventuali significative variazioni quantitative e qualitative, determinate dalla realizzazione dell'opera sugli equilibri idrogeologici delle aree attraversate dall'infrastruttura.

#### **Dati utilizzabili**

Gli impatti sulla componente idrica sotterranea nel tratto in esame sono state esaminate nell'ambito del SIA, all'interno del quale sono stati studiati gli effetti a carico di tale componente per la tratta Fonteblanda - Ansedonia.

A seguito dei risultati riportati nel SIA, considerata la tipologia di intervento, è previsto il monitoraggio ambientale per questa componente per un limitato numero di captazioni.

### **3.2.6. Componente Fauna**

#### **Dati pregressi**

Nell'ambito del progetto definitivo, per la valutazione degli effetti delle possibili interferenze con le biocenosi animali determinate dalla realizzazione e dall'esercizio delle opere, sono state eseguite ricerche bibliografiche e sopralluoghi per il censimento delle specie animali presenti nell'area.

### **Dati utilizzabili**

Nello Studio di Impatto Ambientale sono riportati gli elenchi parziali, suddivisi per le diverse classi zoologiche indagate, delle specie presenti o potenzialmente presenti nell'area. Inoltre sono riportati i taxa di interesse conservazionistico e le relative leggi e direttive in campo conservazionistico.

### **3.2.7. Componente Vegetazione**

#### **Dati pregressi**

Per la realizzazione dello Studio di Impatto Ambientale, per la valutazione degli effetti delle possibili interferenze con le biocenosi vegetali determinate dalla realizzazione e dall'esercizio delle opere, sono stati eseguiti rilievi sulle formazioni vegetali presenti nell'area d'interesse, ricerche bibliografiche e analisi territoriali attraverso strumenti di visualizzazione satellitare.

#### **Dati utilizzabili**

Nello Studio di Impatto Ambientale sono riportate le cenosi forestali presenti lungo l'asse del tracciato dell'infrastruttura e l'uso del suolo delle aree interessate dal progetto rappresentate cartograficamente in apposite carte tematiche.

## **3.3. Componenti ambientali selezionate**

### **3.3.1. Componente atmosfera**

Le problematiche legate all'inquinamento atmosferico riguardano le situazioni di impatto che possono verificarsi in fase di esercizio del nuovo tratto autostradale. In tal caso vista la scarsa urbanizzazione dell'area e l'elevata distanza dei ricettori dalle aree di cantiere, l'impatto in fase di corso d'opera si può ritenere trascurabile.

Il monitoraggio ante operam avrà lo scopo di fornire una base di riferimento aggiornata, per quanto riguarda le concentrazioni di fondo delle polveri e degli inquinanti atmosferici.

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.

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.

I punti di monitoraggio per il post operam sono stati selezionati considerando le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore prossimo allo svincolo autostradale.

Il monitoraggio post operam sarà ripetuto sui medesimi punti selezionati, in fase di monitoraggio ante operam, per caratterizzare la qualità dell'aria delle aree interessate dall'attuale esercizio.

### **3.3.2. Componente rumore**

Il controllo del rumore nelle aree interessate dal progetto si configura, nella fase di monitoraggio ante operam, come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica degli attuali livelli di qualità, al rispetto dei limiti normativi e al

controllo delle situazioni di degrado, per poi assumere in corso d'opera e in esercizio il ruolo di strumento di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento e dell'efficacia delle opere di mitigazione sia in termini di azioni preventive che di azioni correttive.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 3.3.3. Componente vibrazioni

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

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

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

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

Il progetto di monitoraggio individua i seguenti ambiti di intervento:

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

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

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

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

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

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

La movimentazione dei materiali di approvvigionamento o di risulta lungo la viabilità di cantiere comporta una emissione di vibrazioni che può risultare significativa solo se localizzata in corrispondenza di edifici residenziali ad elevata densità abitativa. Le piste di

cantiere sono in corrispondenza dell'A1 o parallele a quest'ultima, quindi l'impatto vibrazionale legato alle viabilità può essere ritenuto trascurabile.

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

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

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

### 3.3.4. Componente acque superficiali

L'idrografia dell'area è strettamente legata alla morfologia, al regime delle precipitazioni ed alla natura litologica dei terreni affioranti. Il tracciato interseca molti bacini con superfici di medie e piccole dimensioni, e bacini idrografici del primo ordine: il bacino del Fiume Osa e il bacino del Fiume Albegna. L'orografia di questa zona è costituita da una parte di territorio a carattere montuoso che degrada verso una zona più collinare fino ad arrivare alla pianura costiera, dove sfociano molti corsi d'acqua che fanno parte del reticolo idrografico principale.

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

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

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

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

Inoltre le eventuali alterazioni e impatti possono avere rilevanza a scala locale, in prossimità di una lavorazione puntuale, o a scala più ampia, a causa della propagazione

verso valle di eventuali contaminazioni, o semplicemente a causa della continuità territoriale del reticolo idrografico. I punti di controllo verranno quindi posizionati in modo da:

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

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

### 3.3.5. Componente acque sotterranee

Da un punto di vista idrogeologico è stata suddivisa la zona interessata dal tracciato in 3 ambiti idrogeologici:

- la zona di Bonifica di Talamone: la piana della bonifica di Talamone è rappresentata prevalentemente dai depositi quaternari di transizione, di retrospiaggia ed alluvionali. Questi, assieme alle alluvioni recenti ed ai detriti di versante, nonché alle Sabbie Plioceniche della zona di Fonteblanda costituiscono i corpi acquiferi della zona, per i quali è disponibile la ricostruzione piezometrica del Piano Strutturale Comunale del Comune di Orbetello, oltre che la carta di distribuzione della salinità. Trattandosi di una zona bonificata, essa è caratterizzata dalla presenza di una regolare rete di canali e da livelli piezometrici inferiori al livello medio marino.

- la Pianura del Fiume Albegna: tale zona presenta un acquifero plio-quaternario costituito da più livelli sabbioso-ghiaiosi accorpabili in tre principali orizzonti acquiferi. Il livello più superficiale è composto in prevalenza da sabbie localmente a matrice fine (limoso-argillosa, depositi eolici), mentre i livelli sottostanti sono formati soprattutto da ghiaie poligeniche in matrice sabbioso-limosa (depositi fluviali, sedimenti pliocenici). I livelli acquiferi sono separati da depositi argillosi con limi e/o sabbie in proporzioni variabili, idrodinamicamente assimilabili ad acquitardi. La mancanza di continuità laterale da parte degli acquitardi e i numerosi pozzi multifinestrati, che mettono in comunicazione idraulica gli orizzonti produttivi, fanno sì che il sistema possa essere considerato un complesso acquifero multifalda. Questo sistema idrogeologico poggia prevalentemente su di un substrato impermeabile (acquiclude) costituito da argille marine plioceniche, che nel settore centrale della pianura del fiume Albegna si rinviene ad una profondità di 40-50 m da piano campagna. Ai margini, invece, il sistema sovrasta direttamente le rocce carbonatiche affioranti a sud-est e le successioni flyschoidi cretaceo-eoceniche o le arenarie oligoceniche a nord. Verso sud le faglie normali che dislocano il Calcere Cavernoso mettono in comunicazione il sistema idrogeologico con l'acquifero carbonatico, consentendo il passaggio di considerevoli flussi idrici.

- la zona di affioramento del Calcere Cavernoso di Orbetello: si tratta di un ammasso roccioso a comportamento acquifero che presenta un'elevata permeabilità secondaria per fessurazione e carsismo. Il regime di flusso in questi contesti è regolato dalla geometria e dalla distribuzione del reticolo di fratture, che tipicamente è caratterizzato dalla coesistenza di due ordini principali in relazione all'apertura (macro-fratture e micro-fratture). Le macro-fratture (faglie beanti e condotti carsici) hanno permeabilità elevata e sono la sede principale della circolazione idrica sotterranea, spesso sono anche i principali veicoli attraverso cui avviene l'infiltrazione e la percolazione delle acque meteoriche. La rete di macro-fratture, anche quando è ben sviluppata e connessa, presenta un basso immagazzinamento poiché occupa un volume trascurabile dell'ammasso roccioso. L'immagazzinamento è invece in prevalenza a carico della micro-fessurazione, in cui avviene anche una circolazione molto più lenta ed estesa, simile a quella dei mezzi porosi.

La rete di macro-fessure, sede della circolazione principale, separa un insieme di blocchi fittamente fratturati in cui è immagazzinata la maggior parte della risorsa idrica. Secondo questo modello il comportamento idrodinamico di un acquifero carsico è regolato dagli scambi di pressione e di massa tra i blocchi e la rete di macro-fratture (*fenomeno della doppia porosità*).

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

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

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

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

### 3.3.6. Componente Fauna

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

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

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

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

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

### 3.3.7. Componente Vegetazione

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

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

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

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

## 3.4. Metodiche di rilevamento

### 3.4.1. Atmosfera

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

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

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

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

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

Le attività caratterizzanti tale metodica di monitoraggio comprendono:

- Installazione ed allestimento del mezzo mobile
- Posizionamento dei sensori
- Calibrazione e taratura della strumentazione
- Messa in opera e test dei sistemi di acquisizione, memorizzazione, elaborazione, stampa e trasmissione dei dati

- Esecuzione delle campagne di misura dei parametri chimici e meteorologici
- Elaborazione dei dati

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

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ossidi di azoto (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), frazione respirabile delle particelle sospese (PM10e PM2.5), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), toluene, xilene, etilbenzene, metiliterbutil, etere, ozono (O<sub>3</sub>), B(a)P (secondo le indicazioni del D. Lgs. 155 del 13.08.10); il BaP verrà determinato per 15 gg. solo nel periodo invernale dove tale inquinante raggiunge le concentrazioni massime; tale inquinante andrà analizzato su campioni aggregati che permettano di valutare la variabilità tra i giorni festivi e feriali.

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

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

(<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 C<sub>i</sub> risulta maggiore o uguale a (k\*N/100).

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

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

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

Tabella 2 - Parametri meteorologici da monitorare

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

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

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

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

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

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

Inoltre per ciascun punto di misura dovranno essere forniti:

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

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

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

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

L'ambito di riferimento di tali procedure è quello della verifica delle concentrazioni delle polveri sottili nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal DM n. D. Lgs. 155 del 13.08.10e dalle altre normative di settore.

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

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

- Filtri a membrana: sono dei filtri in fibre di vetro o quarzo di diametro 47 mm circa;
- Supporto per filtrazione: il filtro è sostenuto durante tutto il periodo di tempo in cui è attraversato dall'aria aspirata da un apposito supporto costruito in materiale metallico resistente alla corrosione e con pareti interne levigate. Le dimensioni prescritte per il supporto sono indicate nel D. Lgs. 155/10. Le due parti del supporto una volta montato il filtro, devono combaciare in modo da evitare qualunque trafileamento d'aria: a tal scopo le due parti risultano premute l'una contro l'altra per mezzo di un dispositivo di blocco tale da non deformare e da non danneggiare il filtro. Il filtro è sostenuto da un disco di materiale sinterizzato o altro mezzo idoneo che impedisca ogni possibile deformazione del filtro e che sia perfettamente resistente alla corrosione. Il diametro della superficie di filtrazione non deve essere inferiore a 36 mm.
- Pompa aspirante: l'aspirazione dei campioni d'aria viene svolta per mezzo di pompe meccaniche a funzionamento elettrico dotate di regolatori di portata.
- Misuratore volumetrico: la misurazione del campione d'aria prelevato viene eseguita mediante contatori volumetrici, con possibilità di totalizzazione.
- Bilancia analitica con sensibilità di 0.001 mg.
- Generatore elettrico: nei casi in cui l'energia elettrica necessaria per il funzionamento della pompa aspirante non possa essere prelevata dalla rete elettrica.
- Sistema di sostituzione dei filtri, indispensabile per rendere automatico il campionamento.

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

La taratura dei filtri viene svolta con le seguenti modalità:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 3.4.2. Rumore

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

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Operazioni di analisi

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Operazioni di analisi

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

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

#### **R4 – verifica del limite differenziale in ambiente abitativo**

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

#### Misurazione del rumore ambientale a finestre aperte

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

### Misurazione del rumore ambientale a finestre chiuse

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

### Misurazione del rumore residuo a finestre aperte

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

### Misurazione del rumore residuo a finestre chiuse

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

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

### Riconoscimento di componenti impulsive

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

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

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

### Riconoscimento di componenti tonali

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

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

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

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

eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici.

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

#### Operazioni di analisi

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

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

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

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

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

### **3.4.3. Vibrazioni**

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

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti.

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

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

#### **V1 – valutazione del disturbo negli edifici**

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

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

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

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

#### Misurazione delle vibrazioni residue

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

#### Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

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

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

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

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

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

#### Operazioni di analisi (vibrazioni stazionarie o transitorie)

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

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

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

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

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

L'analisi consiste nelle seguenti fasi :

#### Mascheramento

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

#### Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

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

#### Verifica delle vibrazioni residue

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

#### Valutazione del disturbo

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

#### Operazioni di analisi (vibrazioni impulsive)

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

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

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

#### Filtraggio FFT

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

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

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

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

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

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

#### Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

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

#### Valutazione del disturbo

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

#### V2 – valutazione del danno agli edifici

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

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

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

perpendicolare al terreno, e l'asse orizzontale X-Y, perpendicolare alla parete dell'edificio prossima alla sorgente di vibrazione.

#### Misurazione delle vibrazioni residue

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

#### Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

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

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

Qualora si verifichi la presenza di fenomeni di tipo impulsivo è da adottarsi esclusivamente la metodologia di misura di tipo indiretto con registrazione del segnale con DAT e successiva analisi in laboratorio. Nei restanti casi sono ammesse sia la metodologia diretta sia quella indiretta. In tutti i casi le misure sono da eseguirsi in concomitanza con il fenomeno vibratorio e devono avere una durata tale da caratterizzarlo. Adottando la metodologia diretta il segnale viene filtrato linearmente con filtri FFT (Fast Fourier Transform) nel dominio delle frequenze 1÷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.

### **3.4.4. Componente acque superficiali**

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico superficiale dalla costruzione

dell'ampliamento autostradale, avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Verrà fatto riferimento agli indicatori specifici descritti nel seguito, la cui interpretazione sarà comunque sempre riferita al quadro di qualità ambientale complessivo.

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

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

- Indagini quantitative: misure di portata e livelli idrometrici;
- Indagini qualitative: specifici parametri chimico-fisici, chimici e batteriologici;
- Indagini biologiche e fisiografico – ambientali: determinazione MHP e IFF.

#### Indagini quantitative

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

- Portata

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

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

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

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

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

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

#### Indagini qualitative

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

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

#### Parametri chimico-fisici

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

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

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza di inquinanti. La

concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica; pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici: (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosibilità del suolo (sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla qualità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

#### Parametri chimici e microbiologici acque

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

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

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

#### Parametri biologici e fisiografico – ambientali

Per quanto riguarda i parametri biologici, le popolazioni ittiche e di macroinvertebrati

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

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

Il Metodo MHP (Multi-habitat proporzionale), 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 (M.H.P. e I.F.F.) forniscono risposte sugli effetti di condizionamento ambientale a medio-lungo termine e consentono di eseguire estrapolazioni per ricercare le caratteristiche ottimali di riferimento per l'ambiente fluviale nel suo complesso.

### **3.4.5. Componente acque sotterranee**

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

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

Tali controlli consisteranno in indagini del seguente tipo:

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

#### Indagini quantitative

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Livello piezometrico su pozzi;

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

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

#### Indagini qualitative

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

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

#### Indagini qualitative – parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità

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

#### Indagini qualitative – parametri chimici e microbiologici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Bicarbonati
- Calcio
- Sodio
- Potassio
- Magnesio
- Idrocarburi totali

- Nitrati
- Escherichia coli
- Cloruri
- Solfati

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

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

### 3.4.6. Componente Fauna

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

Di seguito si elencano i gruppi proposti per il monitoraggio:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Le indagini verranno condotte come indicato di seguito:

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

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

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

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

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

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

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

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

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

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

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

### 3.4.7. Componente Vegetazione

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

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

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

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

#### Rilievi fitosociologici

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

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

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

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

## 4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

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

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

Tabella 3 – Durata delle varie fasi di monitoraggio

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

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

### 4.1. Componente Antropica

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

#### 4.1.1. Atmosfera

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

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

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

Le campagne di monitoraggio post operam devono essere programmate all'interno del primo anno di esercizio dell'opera in progetto. Il sito è stato individuato in un'area residenziale nell'abitato di Albinia dove la presenza del nuovo tracciato autostradale e del nuovo svincolo comporterà una variazione dei flussi del traffico.

Ubicazione delle stazioni di misura

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

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

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

**A12** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

OR = Orbetello

CA = Capalbio

**A2** = Metodica di Monitoraggio

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

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

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						NOTE
Codice	Descrizione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		A1	A2	A1	A2	A1	A2	
A12-OR-A2-01	Cantiere	4		12	-	-		Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-A1-02	Esercizio		4	-	-	4		Ogni 3 mesi in ante operam e post operam.
A12-OR-A2-03	Cantiere	4		12	-	-		Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi Ogni 3 mesi in corso d'opera.
<b>TOTALE</b>		<b>8</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	

Tabella 4 - Piano delle misure da effettuare – ATMOSFERA

#### 4.1.2. Rumore

##### Fasi del monitoraggio

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

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

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

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

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

Ubicazione delle stazioni di misura

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

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

**A12** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

OR = Orbetello

CA = Capalbio

**R2** = Metodica di Monitoraggio

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

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

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

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

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						Note
		Ante Operam			Corso d'Opera		Post Operam	
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R3	
A12-OR- R2-01	Fronte avanzamento	1			9			Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR- R2-02	Cantiere	1			12			Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera
A12-OR- R4-02	Cantiere			1		12		Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera
A12-OR- R3-03	Esercizio		1				1	
A12-OR- R3-04	Esercizio		1				1	
A12-OR- R2-05	Fronte avanzamento	1			9			Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR- R2-06	Fronte avanzamento	1			9			Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						Note
		Ante Operam			Corso d'Opera		Post Operam	
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R3	
A12-OR- R3-07	Esercizio		1				1	
A12-OR- R3-08	Esercizio		1				1	
A12-OR- R2-09	Fronte avanzamento	1			9			Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR- R3-10	Esercizio		1				1	
A12-OR- R2-11	Fronte avanzamento	1			9			Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera. In corrispondenza di barriere mobili provvisorie
A12-OR- R3-12	Esercizio		1				1	
A12-OR- R2-13	Fronte avanzamento	1			9			Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera. In corrispondenza di barriere mobili provvisorie
A12-OR- R3-14	Esercizio		1				1	
A12-OR- R3-15	Esercizio		1				1	
A12-OR- R2-16	Fronte avanzamento	1			9			Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera. In corrispondenza di barriere mobili provvisorie
A12-OR- R2-17	Fronte avanzamento	1			9			Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR- R2-18	Cantiere	1			12			Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera
A12-OR- R4-18	Cantiere			1		12		Si ipotizza un corso d'opera di 36 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera
A12-OR- R3-19	Esercizio		1				1	
A12-OR- R2-20	Fronte avanzamento	1			9			Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR- R3-21	Esercizio		1				1	
A12-OR- R3-22	Esercizio		1				1	
A12-OR- R2-23	Fronte avanzamento	1			9			Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera. In corrispondenza di barriere mobili provvisorie
A12-OR- R3-24	Esercizio		1				1	
<b>TOTALE</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>114</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	

Tabella 5 - Piano delle misure da effettuare – RUMORE

#### 4.1.3. Vibrazioni

##### Fasi del monitoraggio

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree di cantiere, della viabilità di servizio di futura realizzazione o esistente, devono essere svolte

preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività dalle quali possono derivare emissioni significative di vibrazione, al fine di acquisire lo stato ambientale in condizioni indisturbate.

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

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

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

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

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

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

#### Monitoraggio post operam

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

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

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

**A12** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

OR = Orbetello

CA = Capalbio

**V1** = Metodica di Monitoraggio

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

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

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

IDENTIFICAZIONE RICETTORE		IDENTIFICAZIONE RICETTORE						NOTE
Codice	Lavorazione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A12-OR-V1-01	Rilevato/trincea	1	-	9	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V2-01	Rilevato/trincea	-	-	-	9	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V1-02	Rilevato/trincea	1	-	9	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V2-02	Rilevato/trincea	-	-	-	9	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V1-03	Rilevato/trincea	1	-	9	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V2-03	Rilevato/trincea	-	-	-	9	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V1-04	Rilevato/trincea	1	-	9	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V2-04	Rilevato/trincea	-	-	-	9	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V1-05	Rilevato/trincea	1	-	9	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V2-05	Rilevato/trincea	-	-	-	9	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V1-06	Rilevato/trincea	1	-	9	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V2-06	Rilevato/trincea	-	-	-	9	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V1-07	Rilevato/trincea	1	-	9	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V2-07	Rilevato/trincea	-	-	-	9	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.

A12-OR-V1-08	Rilevato/trincea	1	-	9	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V2-08	Rilevato/trincea	-	-	-	9	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V1-09	Rilevato/trincea	1	-	9	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V2-09	Rilevato/trincea	-	-	-	9	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V1-10	Rilevato/trincea	1	-	9	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A12-OR-V2-10	Rilevato/trincea	-	-	-	9	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 27 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	

Tabella 6 – Piano delle misure da effettuare – VIBRAZIONI

## 4.2. Componente Idrica

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

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

### 4.2.1. Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali

L'idrografia dell'area è strettamente legata alla morfologia, al regime delle precipitazioni ed alla natura litologica dei terreni affioranti. Il tracciato interseca molti bacini con superfici di medie e piccole dimensioni, e bacini idrografici del primo ordine: il bacino del Fiume Osa e il bacino del Fiume Albegna. Le sezioni di controllo relative alla componente "Acque Superficiali" sono state posizionate sui corsi d'acqua quanto in prossimità delle lavorazioni principali che potrebbero alterare le caratteristiche qualitative dello stesso.

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

#### Fiume Albegna

Il fiume Albegna nasce alle pendici del monte Buceto (m 1152), nella provincia di Grosseto, sfocia nel mar Tirreno a Torre Saline, in località Albinia, senza entrare nella laguna di Orbetello ma restando a nord di poche centinaia di metri. Ha una lunghezza di 66 km. Nell'Alta valle dell'Albegna si trova la Riserva naturale di Rocconi, con una superficie di 371 ettari a cui si aggiunge un'area contigua di complessivi 253 ettari. Questa area protetta insiste per buona parte sull'Oasi del WWF (130 ettari). Il territorio che occupa è formato da colline con un'altitudine massima che varia da circa 500 metri, sul livello del mare nella parte settentrionale, ai 200 metri del confine meridionale, segnato dal Fosso Paradisone e presenta una geomorfologia estremamente varia ed accidentata. Sono presenti, infatti, in questo comprensorio altissime pareti rocciose di calcare massiccio alla cui base scorrono i fiumi Albegna e Rigo, creando in qualche caso profonde e suggestive gole.

#### Torrente Osa

Il Torrente Osa nasce dal Poggio Maestrino, è lungo circa 20 km e bagna solo la provincia di Grosseto.

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

Codice completo: **A12-OR-SU-BU-01**

**A12** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

OR = Orbetello

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

**FI** = individuazione punto di misura: "Fiume Fiora"

BU = Fosso della Bufalarecchia

OS= Torrente Osa

CD = Canale destro

AL = Fiume Albegna

CS = Canale sinistro

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

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

Stazione	Denominazione	Comune
A12-OR-SU-BU-01	Fosso della Bufalarecchia monte	Orbetello
A12-OR-SU-BU-02	Fosso della Bufalarecchia valle	Orbetello
A12-OR-SU-OS-03	Torrente Osa monte	Orbetello
A12-OR-SU-OS-04	Torrente Osa valle	Orbetello
A12-OR-SU-CD-05	Canale destra monte	Orbetello

A12-OR-SU-CD-06	Canale destra valle	Orbetello
A12-OR-SU-AL-07	Fiume Albegna monte	Orbetello
A12-OR-SU-AL-08	Fiume Albegna valle	Orbetello
A12-OR-SU-CS-09	Canale sinistro monte	Orbetello
A12-OR-SU-CS-10	Canale sinistro valle	Orbetello

Tabella 7 – Elenco stazioni di monitoraggio

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

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
A1	Q – Misura correntometrica della portata
A3	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica O.D. – Ossigeno Disciolto SST – Solidi Sospesi Totali
A4	C.O.D. Idrocarburi totali Cromo totale Nichel Zinco Cadmio Cloruri Solfati
A5	Escherichia Coli
A7	M.H.P.- Multi-habitat Proporzionale
A8	I.F.F. – Indice di Funzionalità Fluviale

Tabella 8 - Parametri di monitoraggio

### SET A1 – A3

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

### SET A4, A5

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

### SET A7

Nel set di parametri A7 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 A8**

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

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

Stazione	Denominazione	Set di misure
A12-OR-SU-BU-01	Fosso della Bufalarecchia monte	A1+A3+A4+A5
A12-OR-SU-BU-02	Fosso della Bufalarecchia valle	A1+A3+A4+A5
A12-OR-SU-OS-03	Torrente Osa monte	A1+A3+A4+A5 A7+A8*
A12-OR-SU-OS-04	Torrente Osa valle	A1+A3+A4+A5 A7+A8*
A12-OR-SU-CD-05	Canale destra monte	A3+A4+A5
A12-OR-SU-CD-06	Canale destra valle	A3+A4+A5
A12-OR-SU-AL-07	Fiume Albegna monte	A3+A4+A5
A12-OR-SU-AL-08	Fiume Albegna valle	A3+A4+A5
A12-OR-SU-CS-09	Canale sinistro monte	A3+A4+A5
A12-OR-SU-CS-10	Canale sinistro valle	A3+A4+A5

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

Tabella 9 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali

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

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

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

#### 4.2.2. Acque Sotterranee

Da un punto di vista idrogeologico è stata suddivisa la zona interessata dal tracciato in 3 ambiti idrogeologici:

- la zona di Bonifica di Talamone: la piana della bonifica di Talamone è rappresentata prevalentemente dai depositi quaternari di transizione, di retrospiaggia ed alluvionali. Questi, assieme alle alluvioni recenti ed ai detriti di versante, nonché alle Sabbie Plioceniche della zona di Fonteblanda costituiscono i corpi acquiferi della zona, per i quali è disponibile la ricostruzione piezometrica del Piano Strutturale Comunale del Comune di Orbetello, oltre che la carta di distribuzione della salinità. Trattandosi di una zona bonificata, essa è caratterizzata dalla presenza di una regolare rete di canali e da livelli piezometrici inferiori al livello medio marino.

- la Pianura del Fiume Albegna: tale zona presenta un acquifero plio-quaternario costituito da più livelli sabbioso-ghiaiosi accorpabili in tre principali orizzonti acquiferi. Il livello più superficiale è composto in prevalenza da sabbie localmente a matrice fine (limoso-argillosa, depositi eolici), mentre i livelli sottostanti sono formati soprattutto da ghiaie poligeniche in matrice sabbioso-limosa (depositi fluviali, sedimenti pliocenici). I livelli acquiferi sono separati da depositi argillosi con limi e/o sabbie in proporzioni variabili, idrodinamicamente assimilabili ad acquitardi. La mancanza di continuità laterale da parte degli acquitardi e i numerosi pozzi multifinestrati, che mettono in comunicazione idraulica gli orizzonti produttivi, fanno sì che il sistema possa essere considerato un complesso acquifero multifalda. Questo sistema idrogeologico poggia prevalentemente su di un substrato impermeabile (acquiclude) costituito da argille marine plioceniche, che nel settore centrale della pianura del fiume Albegna si rinviene ad una profondità di 40-50 m da piano campagna. Ai margini, invece, il sistema sovrasta direttamente le rocce carbonatiche affioranti a sud-est e le successioni flyschoidi cretaceo-eoceniche o le arenarie oligoceniche a nord. Verso sud le faglie normali che dislocano il Calcare Cavernoso mettono in comunicazione il sistema idrogeologico con l'acquifero carbonatico, consentendo il passaggio di considerevoli flussi idrici.

- la zona di affioramento del Calcare Cavernoso di Orbetello: si tratta di un ammasso roccioso a comportamento acquifero che presenta un'elevata permeabilità secondaria per fessurazione e carsismo. Il regime di flusso in questi contesti è regolato dalla geometria e dalla distribuzione del reticolo di fratture, che tipicamente è caratterizzato dalla coesistenza di due ordini principali in relazione all'apertura (macro-fratture e micro-fratture). Le macro-fratture (faglie beanti e condotti carsici) hanno permeabilità elevata e sono la sede principale della circolazione idrica sotterranea, spesso sono anche i principali veicoli attraverso cui avviene l'infiltrazione e la percolazione delle acque meteoriche. La rete di macro-fratture, anche quando è ben sviluppata e connessa, presenta un basso immagazzinamento poiché occupa un volume trascurabile dell'ammasso roccioso. L'immagazzinamento è invece in prevalenza a carico della micro-fessurazione, in cui avviene anche una circolazione molto più lenta ed estesa, simile a quella dei mezzi porosi.

La rete di macro-fessure, sede della circolazione principale, separa un insieme di blocchi fittamente fratturati in cui è immagazzinata la maggior parte della risorsa idrica. Secondo questo modello il comportamento idrodinamico di un acquifero carsico è regolato dagli scambi di pressione e di massa tra i blocchi e la rete di macro-fratture (*fenomeno della doppia porosità*).

Le alterazioni che possono determinarsi in caso di interferenza possono essere dovute: a lavorazioni particolari o scariche di insediamenti temporanei; all'utilizzo di mezzi meccanici e macchinari di cantiere, che possono comportare diffusione di idrocarburi ed oli; all'apporto

nel sottosuolo di sostanze necessarie al miglioramento delle proprietà geotecniche dei terreni, ovvero getti di calcestruzzo, che possono contenere additivi chimici di varia natura, oltre allo stesso cemento, che può essere disperso nelle lavorazioni di costruzione delle fondazioni profonde.

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

Codice completo: **A12-OR-SO-PP-01**

**A12** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

OR= Orbetello

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

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

PP = Pozzo privato;

PZ = Piezometro.

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

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

Stazione	Denominazione	Comune
A12-OR-SO-PP-98	Captazione S. Francesco	Orbetello
A12-OR-SO-PP-64	Captazione rotonda cantiere	Orbetello
A12-OR-SO-PP-75	Captazione Pk 17+150	Orbetello
A12-OR-SO-PZ-74	Captazione nuovo svincolo Orbetello	Orbetello

Tabella 11 – Elenco stazioni di monitoraggio.

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

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

Tabella 12 - Parametri di monitoraggio

**SET B1 – B2**

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

**SET B3**

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

**SET B4**

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

Stazione	Denominazione	Set di misure
A12-OR-SO-PP-98	Captazione S. Francesco	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-OR-SO-PP-64	Captazione rotonda cantiere	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-OR-SO-PP-75	Captazione Pk 17+150	B1 (LP)+B2+B3+B4
A12-OR-SO-PZ-74	Captazione nuovo svincolo Orbetello	B1 (LP)+B2+B3+B4

Tabella 13 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali

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

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

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

## 4.3. Componente Naturale

### 4.3.1. Fauna

Le misure di 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 in scala 1:5000 allegate e nella Tabella 15.

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

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

**A12** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

OR = Orbetello

CA = Capalbio

**FA** = Metodica di Monitoraggio;

FA = Monitoraggio dell'avifauna;

FN = Monitoraggio degli anfibi;

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

FAUNA							
IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO					
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam	
Codice	Denominazione	FA	FN	FA	FN	FA	FN
A12-OR-FA-01	Bandirella - Km 0+700	5	0	5	0	5	0
A12-OR-FN-01		0	4	0	4	0	4
A12-OR-FA-02	Torrente Osa	5	0	5	0	5	0
A12-OR-FN-02		0	4	0	4	0	4
A12-OR-FA-03	Fiume Albegna	5	0	5	0	5	0
A12-OR-FN-03		0	4	0	4	0	4
A12-OR-FA-04	Ceriolo I	5	0	5	0	5	0
<b>Totale</b>		<b>20</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>12</b>

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

**4.3.2. Vegetazione**

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

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

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

#### Ubicazione delle stazioni di misura

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

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

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

**A12** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

OR = Orbetello

CA = Capalbio

**E2** = Metodica di Monitoraggio;

E2 = Rilievo floristico-vegetazionale;

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

**B1** = sito di controllo

VEGETAZIONE				
IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO		
		Ante Operam	Corso d'Opera	Post Operam
Codice	Denominazione	E2	E2	E2
A12-OR-E2-01	Torrente Osa	3	3	3
A12-OR-E2-02	Fiume Albegna	3	3	3
A12-OR-E2-03	Ceriolo I	3	3	3
A12-CA-E2-B1	Sito di controllo	3	3	3
<b>Totale</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>

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

## 5. ASPETTI ORGANIZZATIVI

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

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

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

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

### 5.1. Struttura operativa

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 5.2. Definizioni soglie monitoraggio ambientale

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

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

In generale nella gestione delle anomalie e delle criticità è necessaria un'accurata valutazione dei dati acquisiti nella fase ante operam e delle eventuali cause esterne alle lavorazioni autostradali. Specifiche valutazioni devono essere effettuate nelle situazioni in

cui si registrano valori di ante operam già prossimi ai valori di soglia o addirittura superiori, al fine di individuare le giuste procedure ed i criteri che consentano di coniugare gli obiettivi di tutela ambientale con la realizzazione delle opere secondo i tempi e le modalità previste.

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

#### Definizione delle soglie tramite il criterio C1

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

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

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

Pertanto al termine della fase ante operam, al fine di definire i valori di tutela ambientale che esprimano effettivamente la compatibilità con le attività previste per la realizzazione del progetto autostradale, saranno stabilite le **soglie di azione** da attribuire ai principali indicatori ambientali individuati per le diverse componenti monitorate.

### **5.3. Procedure di prevenzione delle criticità**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 6. SISTEMA INFORMATIVO

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

Il monitoraggio ambientale comporta lo svolgimento di attività sul campo in un dato intervallo di tempo, e quindi una conseguente attività di registrazione, elaborazione e diffusione dei dati rilevati. Tutti i dati provenienti dalle attività di monitoraggio confluiranno in questo sistema di gestione informatizzato.

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

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

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

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

Il sistema sarà integralmente on-line e basato su tecnologie web; i principali vantaggi di tale scelta sono: informazioni e funzionalità disponibili sempre ed ovunque (basta avere una connessione internet); accessibili da qualsiasi dispositivo (pc, mac, tablet, smartphone, ecc.); nessun software da installare in locale per la consultazione dei dati (è sufficiente disporre di un comune browser, ormai disponibile gratuitamente su tutti i sistemi operativi).

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

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

I motori saranno dedicati a:

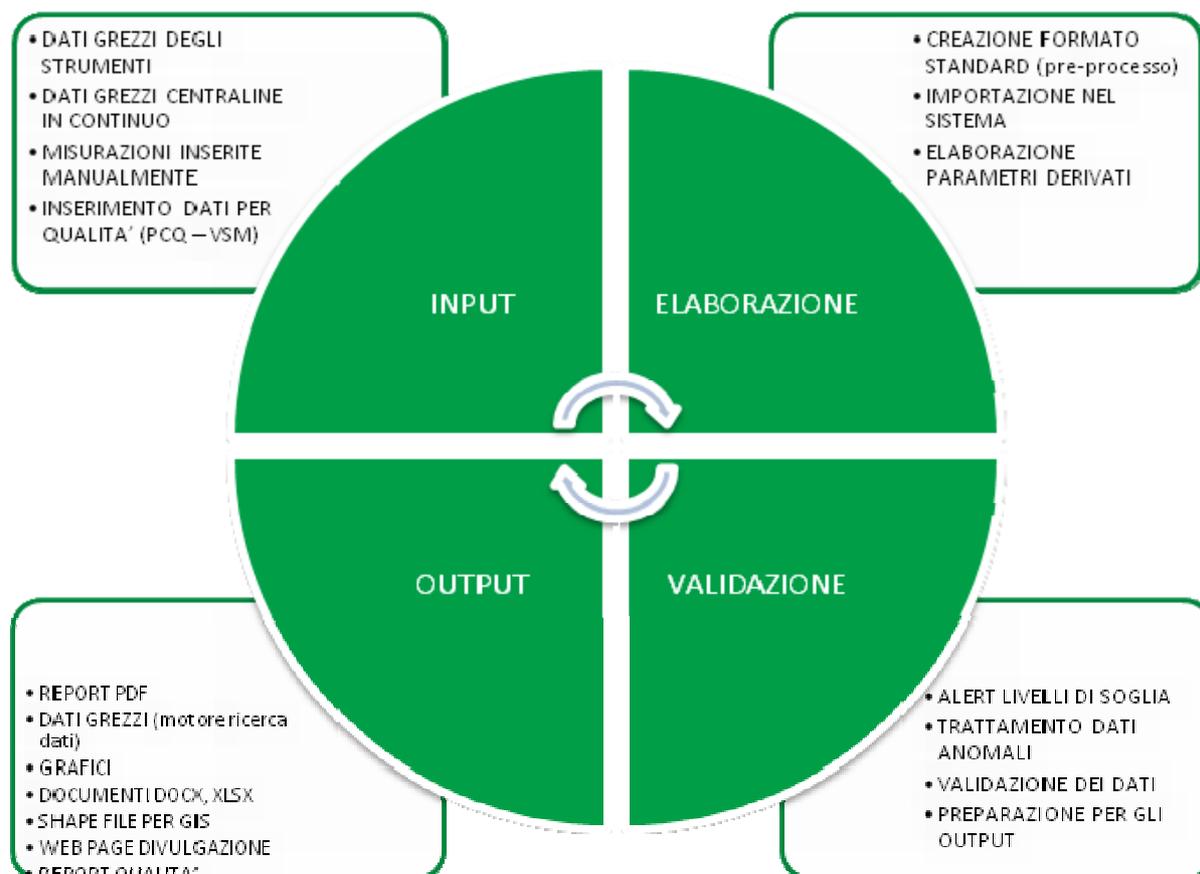
- interfacciamento con l'utente
- importazione dati e pre-elaborazione
- elaborazione/validazione dati
- ricerca e visualizzazione dati
- esportazione dei dati

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

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

Il SIGMA si baserà su quattro componenti funzionali:

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



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

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

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

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

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

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

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