

**autostrade // per l'italia**

**AUTOSTRADA (A8) : MILANO LAGHI**

**AMPLIAMENTO ALLA QUINTA CORSIA**

**TRATTO: BARRIERA MI-NORD – INTERCONNESSIONE DI LAINATE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
RELAZIONE**

**IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE  
SPECIALISTICA**

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

**RESPONSABILE UFFICIO MAM**

**IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

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

**PROJECT ENGINEER**

**IL DIRETTORE TECNICO**

Ing. Maurizio Torresi  
Ord. Ingg. Milano N. 16492

**RESPONSABILE FUNZIONE STP**

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO					DATA: APRILE 2013	REVISIONE	
	DIRETTORIO		FILE				n.	data
—	codice commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo				
—	11080901	MAM0102	—	—				

 <b>ingegneria europea</b>	<b>COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO</b> Ing. Federica Ferrari	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	—
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	—
CONSULENZA A CURA DI :	—	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Ferruccio Bucalo – O.I. Genova N.4940

<b>VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA</b>  DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI  Ing. Alberto Selleri	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>    Ing. Stefano STORONI	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>  
---	---	--



## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>5</b>
2.1. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO.....	5
2.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE .....	6
<b>3. DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>8</b>
3.1. ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....	8
3.2. COMPONENTI AMBIENTALI SELEZIONATE .....	9
3.2.1. COMPONENTE ATMOSFERA.....	9
3.2.2. COMPONENTE RUMORE.....	10
3.2.3. COMPONENTE VIBRAZIONI .....	11
3.2.4. COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI .....	13
3.2.5. COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE.....	13
3.2.6. COMPONENTE FAUNA.....	14
3.3. METODICHE DI RILEVAMENTO .....	15
3.3.1. ATMOSFERA .....	15
3.3.2. RUMORE.....	20
3.3.3. VIBRAZIONI .....	24
3.3.4. COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI .....	29
3.3.5. COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE.....	32
3.3.6. COMPONENTE FAUNA .....	34
<b>4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>38</b>
4.1. COMPONENTE ANTROPICA .....	38
4.1.1. ATMOSFERA .....	38
4.1.2. RUMORE.....	40
4.1.3. VIBRAZIONI .....	42
4.2. COMPONENTE IDRICA .....	44
4.2.1. ACQUE SUPERFICIALI ED ECOSISTEMI FLUVIALI.....	44
4.3. FAUNA .....	51
<b>5. ASPETTI ORGANIZZATIVI.....</b>	<b>53</b>
5.1. STRUTTURA OPERATIVA .....	53
5.2. PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLE CRITICITÀ .....	54
<b>6. SISTEMA INFORMATIVO .....</b>	<b>56</b>

6.1. ARCHITETTURA DEL SISTEMA..... 57

**TAVOLE**

- **MAM103:** Ubicazione dei siti di monitoraggio

scala 1:10.000

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione generale del **Piano di Monitoraggio Ambientale** relativo al progetto di ampliamento alla 5<sup>a</sup> corsia della "Autostrada A8: MILANO – LAGHI" per il Tratto Barriera Milano Nord - Interconnessione di Lainate, compresa la viabilità di adduzione in variante alla S.P. 101 e alla S.P. 119.

L'intervento, che interessa un tratto di circa 4 +400 km ha inizio in corrispondenza della Barriera di Milano Nord (Km. 5+577) e termina in corrispondenza dell'interconnessione con la A9 direzione Como (Km. 9+990)

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

In dettaglio, il Piano si prefigge i seguenti obiettivi:

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

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

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1. Descrizione dell'area di intervento

Il contesto territoriale interessato dall'intervento in progetto, presenta le seguenti caratteristiche:

- il tracciato autostradale oggetto di ampliamento attraversa aree agricole di frangia rispetto all'urbanizzazione di Arese e Rho per il primo tratto, dalla barriera di Milano Nord allo svincolo di Lainate, e per un secondo tratto attraversa le aree urbanizzate di Lainate;
- la viabilità di adduzione di collegamento tra la S.P. 119 e la S.P. 102 nonché il nuovo assetto degli svincoli di Lainate e Arese interessano sostanzialmente le suddette aree agricole di frangia.

Il reticolo idrografico presente nella zona di progetto è caratterizzato da una fitta rete di corsi d'acqua soprattutto regimati, tutti indispensabili all'irrigazione dei campi e quindi importantissimi per l'agricoltura del territorio. Una fitta rete di adacquatrici, annesse ai fondi agricoli, permette la distribuzione delle acque sul territorio circostante.

Il tracciato oggetto del nostro intervento interferisce nella zona in fregio alla barriera di Milano alla PK 6+659.00 con il Torrente Lura, il maggior tributario del fiume Olona ed uno dei maggiori torrenti lombardi, ed è compreso nell'area agricola alimentata dai canali provenienti dal Canale Villoresi Principale e gestiti dal Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi (ETVilloresi) interferendo proprio con il Canale Principale Villoresi alla PK 9+332.00.

Il reticolo idrografico è anche caratterizzato da canali di derivazione, che derivano l'acqua, adibita ad irrigazione, dai canali principali. Un esempio è il Derivatore di Passirana detto anche Secondario Villoresi, un derivatore del Canale Villoresi Principale che interferisce col nostro tracciato di progetto alla PK 6+637.00, e da canali di diramazione, di ordine terziario, che compongono la rete delle adduzioni private. La fruizione degli stessi, da parte dell'utenza agricola, consiste nello svolgimento delle operazioni di irrigazione, realizzate prevalentemente con tecniche di adacquamento del terreno, sfruttando l'innalzamento della quota idrica superiore alla quota del piano campagna.

## 2.2. Descrizione generale del progetto stradale

L'intervento di ampliamento alla 5<sup>a</sup> corsia si sviluppa tra la Progr. Km 5+577,38 alla quota di 162,95 m circa s.l.m. (coincidente con l'asse della barriera di esazione di Milano Nord) e la progr. Km 9+990,56 alla quota di 181.25 m circa s.l.m. in corrispondenza dell'interconnessione con la A9 direzione Como. Lo sviluppo complessivo dell'intervento risulta quindi essere pari a 4413.18m. Sono parti integranti della progettazione in oggetto anche gli adeguamenti piano altimetrici delle rampe dirette e semidirette di collegamento con la tangenziale Ovest di Milano nel tratto iniziale dell'intervento, e nel tratto finale le rampe dell'interconnessione con la A9 direzione Como. In quest'ultimo tratto, è previsto anche l'adeguamento degli innesti delle due carreggiate con l'attuale sezione autostradale a tre corsie per senso di marcia, in direzione Varese. Le scelte progettuali alla base dell'intervento di ampliamento alla 5<sup>a</sup> corsia sono state fortemente orientate dalle caratteristiche del tracciato attuale, contraddistinto da un unico rettilineo.

### Aree di cantiere

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono stati individuati, dopo una attenta analisi del territorio, quattro aree di cantiere.

#### CA01 – Campo base, cantiere operativo CA06

Campo base, cantiere operativo, caratterizzazione delle terre - svincolo di Lainate: è ubicato tra le progressive km 7+880 e km 8+117, in prossimità di degli interventi di adeguamento dello svincolo di Lainate e della relativa barriera, in particolare nelle aree intercluse a est dell'autostrada e a nord della S.P. 119; tale localizzazione risulta funzionale sia in ragione della posizione baricentrica rispetto alle aree di intervento sia in ragione dell'elevata accessibilità: confluiscono infatti varie direttrici tra cui la S.P. 119, che interconnette la S.S. 233 Varesina e la S.P. 46 sul fronte est, e la S.P. 101 che interconnette la S.S. 33 del Sempione sul fronte ovest; inoltre l'ambito risulta direttamente accessibile dal sistema autostradale attraverso lo svincolo di Lainate.

L'area definita occupa una superficie di circa 11000 m<sup>2</sup> e non confina con alcuna area edificata, essendo la stessa ricompresa tra il sedime autostradale esistente e oggetto di ampliamento e dalle opere di nuova realizzazione costituite dalla barriera e dalla svincolo di Lainate; comprende, oltre al campo logistico, anche uno spazio destinato al deposito dei mezzi utilizzati per i lavori.

La destinazione d'uso da PRG del Comune di Lainate allo stato attuale risulta essere agricola.

L'uso del suolo allo stato attuale presenta coltivazioni agricole e privo di vegetazione arborea.

#### CA02–Cantiere operativo

Cantiere operativo interconnessione A9 – carreggiata sud: è ubicato alla progressiva km 10+120, in prossimità della rampa di interconnessione con la A9 in un'area di superficie pari a circa 6.000 m<sup>2</sup>. La destinazione d'uso da PRG del Comune di Lainate allo stato attuale risulta essere D Zone Industriali. L'uso del suolo allo stato attuale presenta coltivazioni agricole e privo di vegetazione arborea.

#### CA03–Cantiere operativo

Cantiere operativo interconnessione A9 – carreggiata nord: è ubicato alla progressiva km 10+120, in prossimità della rampa di interconnessione con la A9 in un'area di superficie pari a circa 4.000 m<sup>2</sup> che comprende, uno spazio destinato al deposito dei mezzi utilizzati per i lavori relativi all'adeguamento dell'interconnessione con la A9.

La destinazione d'uso da PRG del Comune di Lainate allo stato attuale risulta essere D Zone Industriali.

L'uso del suolo allo stato attuale risulta incolto e con vegetazione arborea priva di consistenza e rilevanza specifica.

CA04 – Area di supporto e caratterizzazione terre

Area di supporto - svincolo di Arese: è localizzato alla progressiva 6+400 nel comune di Rho, in adiacenza alla carreggiata sud e occupa una superficie di 4700 m<sup>2</sup>. In esso saranno svolte attività di deposito materiali e saranno ubicati uffici e parcheggi e tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto. Sempre nella medesima zona sarà adibita un'area di caratterizzazione delle terre, la cui superficie totale sarà di circa 4.500 m<sup>2</sup>. L'area verrà completamente impermeabilizzata sul fondo in modo da evitare qualsiasi eventuale inquinamento del sottosuolo e sarà dotata di un impianto chiuso per la raccolta delle acque collegato a vasche di decantazione con sfioratore, che andranno a scaricare nel recapito più vicino.

L'uso del suolo allo stato attuale risulta privo di coltivazioni con vegetazione arborea priva di consistenza e rilevanza specifica.

### 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 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.

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 sotterraneo;
- Ambiente idrico superficiale;
- Fauna.

Per quanto riguarda la componente idrico sotterraneo in relazione alla tipologia costruttiva del tratto in esame, che presenta un andamento al piano campagna o in rilevato, con assenza di nuovi tratti in trincea, non sono state individuate potenziali criticità. Pertanto tale componente non è stata inserita all'interno del PMA.

Per quanto riguarda le componenti Fauna, Vegetazione ed Ecosistemi, dal SIA emerge che l'area interessata dal progetto si presenta fortemente antropizzata, di scarso interesse dal punto di vista naturalistico sia in termini qualitativi che quantitativi. Alla luce di quanto detto non è stato approntato il monitoraggio delle componenti naturalistiche, con la sola eccezione del monitoraggio dell'avifauna in fase ante operam, che sarà protratto nelle fasi successive in caso di significative evidenze di interferenza tra l'opera e l'avifauna.

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

### Settore Idrico

L'intervento di ampliamento della sede autostradale in oggetto prevede che le sistemazioni idrauliche consistano nell'allargamento degli attraversamenti esistenti, conservando i corsi artificiali e il loro assetto geometrico e idraulico. Le possibili interferenze sull'ambiente idrico durante le fasi di cantierizzazione sono riconducibili ai rischi di tipo ambientale a causa di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti durante il transito di mezzi operativi e/o di acque domestiche e di lavorazione. 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 considerazione dell'elevata permeabilità degli acquiferi della zona interessata dai lavori, e della contestuale presenza di molti pozzi per uso idropotabile, si è provveduto ad inserire nel piano di monitoraggio la componente Acque Sotterranee.

## **3.2. Componenti ambientali selezionate**

### **3.2.1. Componente atmosfera**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **3.2.2. Componente rumore**

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

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

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

- aree attraversate dall' infrastruttura attuale già ora "sofferenti" (nuclei abitati);
- aree di massima interazione opera-ambiente, con particolare attenzione agli effetti sinergici determinati da sorgenti di rumore presenti sul territorio;
- principali centri abitati attraversati da mezzi di cantiere;

- presenza di ricettori particolarmente vulnerabili (scuole, ospedali, ecc.);
- aree attualmente silenziose per le quali può essere prevista una accentuata dinamica negativa degli indicatori.

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

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

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

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

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

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

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

### **3.2.3. Componente vibrazioni**

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

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

Nel caso specifico il monitoraggio è limitato alle sole strutture residenziali e produttive in quanto si ritiene che l'entità delle vibrazioni prodotte sia dall'autostrada sia dai cantieri

siano tali da non provocare danni ad eventuali infrastrutture (oleodotti, acquedotti, ecc.) che interferiscono con l'opera oggetto del monitoraggio.

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

Il progetto di monitoraggio individua i seguenti ambiti di intervento:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 3.2.4. Componente acque superficiali

Il reticolo idrografico presente nella zona di progetto è caratterizzato da una fitta rete di corsi d'acqua soprattutto regimati, tutti indispensabili all'irrigazione dei campi e quindi importantissimi per l'agricoltura del territorio.

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

La rete dei punti di controllo è stata definita sulla base del progetto, 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 due 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;

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;

La situazione idrologica che contraddistingue i corsi d'acqua interessati dal progetto risulta scadente: il loro corso e l'alveo stesso sono del tutto artificializzati, in alcuni tratti sono addirittura tombati.

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

### 3.2.5. Componente acque sotterranee

Dal punto di vista dell'idrogeologia, nell'area di interesse l'acquifero principale è costituito da Ghiaie e sabbie: si tratta di depositi di origine fluviale (Olocene) e fluvioglaciale (Fluvioglaciale Würm Autoctono). Le ghiaie e le sabbie contengono anche lenti limose ed occupano in genere i fondovalle pedemontani e la zona di pianura (dove la granulometria dei sedimenti da nord verso sud passa da ghiaie ai limi ed alle argille). Questi terreni contengono importanti acquiferi distinguibili in falde libere, artesiane e semiartesiane utilizzate a scopo potabile, agricolo e industriale. La trasmissività raggiunge anche valori di  $10^{-1} \div 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s. Il coefficiente di permeabilità K risulta superiore a  $10^{-4} \div 10^{-5}$  m/s. L'infiltrazione nel terreno di parte dell'acqua del Canale Villoresi distribuita grazie alla rete dei canali secondari e terziari riveste attualmente l'importante funzione di alimentare la

falda. È stato notato infatti un aumento del livello di falda in corrispondenza dei periodi di irrigazione.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, le principali direzioni di deflusso sotterraneo seguono l'andamento circa NO-SE.

La soggiacenza della prima falda, come documentato dal Sistema Informativo Ambientale della Provincia di Milano del 2011, nel tratto interessato dall'intervento risulta compresa tra 10 e 20 m.

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

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

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

### **3.2.6. Componente fauna**

L'area interessata dal progetto si presenta fortemente antropizzata, di scarso interesse dal punto di vista naturalistico sia in termini qualitativi che quantitativi.

Nel corso della procedura VIA però la Commissione Tecnica per la Verifica dell'impatto ambientale ha evidenziato l'importanza della presenza di avifauna e chiroterofauna in relazione alla relativa vicinanza del Parco delle Groane .

La proposta di monitoraggio si basa quindi sull'analisi di gruppi zoologici, in modo da permettere una più attenta valutazione del grado di funzionalità ecologica degli habitat monitorati, oltre che su particolari specie-guida.

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

- la sottrazione di habitat e/o di fonti alimentari per la fauna nelle diverse aree interessate dall'opera;
- il possibile disturbo alla fauna da inquinamento acustico;
- l'impatto sulla fauna per alterazioni prodotte dai mutamenti morfologici (scavi, riporti, depositi di inerti);
- l'introduzione di infrastrutture (rilevati, ecc.) che determinano un effetto barriera nei confronti degli spostamenti della fauna terrestre.

Le attività di monitoraggio riguarderanno quindi in diversa misura le fasi ante operam, di corso d'opera e post operam.

Come principio generale per tutti gli indicatori faunistici, nella fase di posizionamento dei rilievi verrà adottato uno schema spaziale lungo transetti a distanza crescente dalle opere (strade e/o cantieri). Questa disposizione permetterà di valutare l'entità dell'estensione dell'impatto attraverso il confronto con la situazione ante operam, senza ricorrere al monitoraggio in aree di "controllo" posizionate lontano dalle opere e difficilmente

paragonabili con le aree sperimentali. Tali aree, infatti, non possono di fatto essere individuate in maniera da avere come unica variabile differente il passaggio o meno del tracciato autostradale, in quanto il territorio attraversato presenta variazioni geomorfologiche e microclimatiche, anche a breve distanza, le quali non rendono attendibile il confronto con le aree di impatto.

### 3.3. Metodiche di rilevamento

#### 3.3.1. Atmosfera

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

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

Il riferimento normativo per i criteri di localizzazione e per le metodiche di misura, nonché per i limiti di riferimento, è rappresentato dalle indicazioni contenute nel D.Lgs 155/2010.

#### **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, metilterbutil, etere, ozono (O<sub>3</sub>), B(a)P; 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
PM <sub>10</sub>	24 h	µg/m <sup>3</sup>	media annuale su 24 h (1)
PM <sub>2.5</sub>	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 PM<sub>10</sub>, dato che il tempo di campionamento è il giorno, dovranno essere acquisiti 15 dati) la stessa verrà prolungata di un periodo che permetta di raggiungere tale quantità. Le elaborazioni statistiche verranno effettuate su tali dati acquisiti anche se non conseguenti temporalmente.

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

dato un numero N di campionamenti, ordinati i valori della concentrazione in modo crescente, si definisce k-esimo percentile C<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 metereologici da monitorare

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

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

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

La metodica di seguito descritta prevede la sostituzione automatica ogni 24 ore dei supporti di filtrazione per 15 giorni consecutivi. È 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 nella normativa vigente. 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 prelievo 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), avvitarlo 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.

### 3.3.2. Rumore

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

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti:

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

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

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

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 metodica tipo R2 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  $L_{Aeq,1s}$
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ )
- i livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L99.

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

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

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

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

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

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

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

Al fine di individuare la presenza di Componenti 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, 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.

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

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

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

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A  $L_{Aeq}$ , 1 s
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow ( $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$ ,  $L_{ASmax}$ )
- i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99.
- I livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6÷22h) e notturno (22÷6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa è calcolato in fase di analisi.

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

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

Si precisa che le misure saranno eseguite in conformità a quanto previsto dal DM 16-3-98, e che pertanto, qualora nell'intervallo settimanale alcune misurazioni non risultassero utilizzabili (causa fattori meteorologici ecc.), i risultati saranno riferiti ai soli intervalli temporali utili.

#### 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, il record di misura è trasferito da fonometro a computer per essere ulteriormente analizzato (eventuali mascheramenti) ed essere rappresentato in forma grafica.

#### **R4bis - verifica degli interventi diretti sul ricettore in ambiente abitativo**

La metodica di monitoraggio ha come finalità la verifica degli interventi di mitigazione diretti sui ricettori. La misura è da compiersi in ambiente abitativo all'interno del periodo di riferimento diurno (6÷22h) e/o notturno (22÷6h). I rilevamenti devono essere compiuti solo a finestre a chiuse. La verifica deve essere eseguita in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s.

#### Misurazione del rumore ambientale a finestre chiuse

La misura deve essere effettuata a finestre completamente chiuse. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LA,FC in presenza della sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 20 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A.

I parametri acustici rilevati sono i seguenti:

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

Contestualmente alle operazioni di misura devono essere annotati su apposita scheda i dati relativi al ricettore (codice, toponomastica, indirizzo, classe di zonizzazione acustica), la descrizione del ricettore stesso, la tipologia di sorgente in esame, la strumentazione adottata, l'indicazione per ogni rilievo del codice identificativo, dei riferimenti temporali, di eventuali note. Contestualmente all'esecuzione delle misure sono da rilevarsi gli eventuali flussi di traffico sulla viabilità stradale ed i parametri meteorologici. Inoltre si provvederà ad una registrazione audio di tutti gli eventi sonori di natura eccezionale e non riconducibili alla sorgente oggetto di monitoraggio.

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

#### Operazioni di analisi

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

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

### 3.3.3. Vibrazioni

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

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti.

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

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

#### 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. È 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, il record di misura è trasferito da analizzatore a computer e salvato come file NOISEWORK, con estensione \*.NWW, per essere analizzato in un secondo tempo.

L'analisi consiste nelle seguenti fasi :

#### Mascheramento

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

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

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

### Verifica delle vibrazioni residue

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

### Valutazione del disturbo

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

### Operazioni di analisi (vibrazioni impulsive)

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

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

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

### Filtraggio FFT

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Valutazione del disturbo

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

#### V2 – valutazione del danno agli edifici

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

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

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

#### Misurazione delle vibrazioni residue

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

#### Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

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

Le operazioni di misura sono precedute da una verifica dell'intensità del segnale in corrispondenza del fenomeno vibratorio in esame ed una regolazione della dinamica

dell'analizzatore o del preamplificatore in modo tale da evitare fenomeni di saturazione. Tale fase consente di individuare la tipologia di vibrazione, la variazione temporale del fenomeno e di selezionare la metodologia di misura più idonea.

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

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

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

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

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

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

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

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

### Operazioni di analisi

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

Qualora la misura sia stata effettuata in modo diretto, il segnale è presente all'interno dell'analizzatore come record di un file di misura. Nel caso in cui la misura sia stata effettuata in modo indiretto, il segnale, registrato in campo analogicamente su cassetta DAT, deve essere trasferito all'analizzatore per essere filtrato. L'operazione avviene in

laboratorio tramite l'ausilio di due appositi cavi mini-jack/BNC collegati ai due canali di uscita del registratore DAT ai due canali di ingresso dell'analizzatore.

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

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

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

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

#### Filtraggio

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

#### Verifica delle vibrazioni residue

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

#### Valutazione del rischio

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

### **3.3.4. Componente acque superficiali**

La valutazione dei potenziali effetti indotti sul comparto idrico superficiale dall'opera in progetto avverrà attraverso l'analisi e il confronto dei dati di monitoraggio raccolti prima, durante e dopo la realizzazione della stessa, con riferimento al quadro evolutivo dei fenomeni naturali aggiornato nel corso delle indagini. Verrà fatto riferimento agli indicatori specifici descritti nel seguito, la cui interpretazione sarà comunque sempre riferita al quadro di qualità ambientale complessivo.

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

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

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

#### Indagini quantitative

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

- Portata

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

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

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

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

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

- Calcolo dei valori puntuali di velocità a partire dai dati di misura, in base alle curve di taratura dei mulinelli.
- Calcolo delle coordinate batimetriche della sezione e della posizione dei punti di misura delle velocità.
- Integrazione dei profili di velocità e calcolo delle velocità medie sulle verticali di misura.
- Definizione della curva delle portate specifiche (velocità medie x altezze).
- Integrazione della curva precedente e calcolo delle portate parziali relative alle singole verticali e della portata complessiva.

- Calcolo dei parametri caratteristici della misura (dati geometrici, velocità media e max., ecc.).
- Confronto dei dati della misura con i valori di riferimento indicati dalla Normativa ISO ed esecuzione di test di controllo della qualità della misura.

#### Indagini qualitative

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

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

#### Parametri chimico-fisici

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

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

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza di inquinamenti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica; pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici: (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, eventualmente in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente e con la misura del trasporto solido in sospensione, di potenziali alterazioni riconducibili ad attività dirette di cantiere o a interventi in grado di alterare il regime delle velocità di flusso in alveo o l'erosività del suolo

(sistemazioni idrauliche, aree di cantiere, di cava o discarica; sistemazioni idrogeologiche, dissesti ecc.). L'entità e la durata di concentrazioni acute di solidi in sospensione ha ripercussioni sulla qualità degli habitat per macroinvertebrati e fauna ittica.

#### Parametri chimici e microbiologici acque

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

- C.O.D.
- Idrocarburi totali
- Idrocarburi Policiclici Aromatici
- Cromo totale
- Nichel
- Zinco
- Cadmio
- Cloruri
- Solfati
- Calcio
- Alluminio
- Nitrati
- Nitriti
- Ammoniaca
- BOD5
- Escherichia coli

Il C.O.D. esprime la quantità di ossigeno consumata per l'ossidazione chimica delle sostanze organiche e inorganiche presenti nell'acqua; elevati valori di COD possono essere indice della presenza di scarichi domestici, zootecnici e industriali. I cloruri sono sempre presenti nelle acque in quanto possono avere origine minerale. Valori elevati possono essere collegati a scarichi civili, industriali e allo spandimento di fertilizzanti clorurati e all'impiego di sali antigelo sulle piattaforme stradali. Possono inoltre derivare da processi di depurazione anche nei cantieri, dove viene utilizzato l'acido cloridrico (HCl) come correttore di pH, oppure derivano dal processo di potabilizzazione per aggiunta di ipoclorito di sodio NaClO, utilizzato per ossidare le sostanze presenti nell'acqua, liberando ossigeno, Cromo, Nichel, Zinco, sono metalli potenzialmente riferibili al traffico veicolare; cadmio e mercurio sono indicativi della classe di qualità dei corsi d'acqua correlabile alle possibilità di vita dei pesci. La presenza di alcuni metalli può essere inoltre correlata alle lavorazioni, in quanto presenti nel calcestruzzo (cromo) o tramite vernici, zincature e cromature. La presenza di oli e idrocarburi è riconducibile all'attività di macchine operatrici di cantiere, a sversamenti accidentali, al lavaggio di cisterne e automezzi e al traffico veicolare. La presenza di nitrati, nitriti, ammoniaca e BOD5 è direttamente riferibile ad inquinamento di tipo antropico e domestico (scarichi civili, presenza di campi cantiere).

#### **3.3.5. Componente acque sotterranee**

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

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

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

Tali controlli consisteranno in indagini del seguente tipo:

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

#### Indagini quantitative

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Livello piezometrico su pozzi e piezometri.

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

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

#### Indagini qualitative

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

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

#### Indagini qualitative – parametri chimico-fisici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Temperatura
- pH
- Conducibilità

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

#### Indagini qualitative – parametri chimici e microbiologici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

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

La determinazione di specifici parametri chimici, oltre a fornire una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea, è finalizzata alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sotterraneo (dilavamento di acque di cantiere, dissoluzione spritz-beton dal rivestimento delle gallerie, contatto con i materiali di rivestimento) o eventuali sversamenti accidentali collegati all'attività dei cantieri e dei campi cantiere (idrocarburi totali, escherichia coli...). Le opere in sotterraneo sono potenzialmente in grado di determinare il drenaggio delle falde oppure l'alterazione dal punto di vista qualitativo per contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento. Le alterazioni qualitative che possono determinarsi dal contatto tra acque sotterranee e materiali di rivestimento delle gallerie sono numerose e possono verificarsi in caso di interferenza diretta tra corpi idrici e gallerie, e nel caso di circuiti idrogeologici brevi e superficiali; effetti di questo tipo sono quindi prospettabili per le captazioni poste a valle delle opere in galleria o dove l'entità della copertura in calotta risulta limitata.

### **3.3.6. Componente Fauna**

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

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

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

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

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

### INDICATORI FAUNISTICI

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

Di seguito si elencano i gruppi proposti per il monitoraggio:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Le indagini verranno condotte come indicato di seguito:

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

In seguito ai rilievi saranno calcolati i seguenti indici:

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

#### Chiroteri:

I rilievi saranno finalizzati alla definizione quali-quantitativa della comunità presente con raccolta dei dati tramite l'utilizzo di *bat.detector*

I microchiroteri, sottordine dei chiroteri, a cui appartengono tutte le specie italiane, si orientano in volo ed identificano la preda grazie ad un sofisticato sistema di ecolocalizzazione. I segnali acustici vengono prodotti con continuità per consentire all'animale, grazie ad un "biosonar" di costruire ed aggiornare "un'immagine acustica" del mondo circostante. Gli impulsi di ecolocalizzazione ricadono, nella maggior parte dei casi, in un intervallo di frequenze superiori alla soglia massima di sensibilità dell'orecchio umano (ca. 20 kHz). Si tratta cioè di ultrasuoni.

La funzione principale dei *bat detector* è quella di convertire i segnali ultrasonori emessi dai chiroteri in suoni udibili. Ascoltando direttamente il segnale in uscita dal *bat detector* o analizzando quest'ultimo con uno spettrografo acustico o con un apposito software per PC, si riesce, in alcuni casi, ad identificare la specie.

Contando il numero di passaggi dei chiroteri (sequenze di segnali di ecolocalizzazione) si può quantificare l'attività della chiroterofauna (ma non la densità di popolazione); è così possibile compiere comparazioni tra l'attività tra habitat diversi ed in periodi diversi. Quando possibile, il riconoscimento delle specie consente di raccogliere informazioni su presenza e utilizzo dell'habitat per una o più specie.

A causa della conformazione del territorio in cui dovrà essere svolta l'attività di monitoraggio, la valutazione dell'abbondanza e dell'attività della fauna a chiroteri sarà eseguita tramite punti di ascolto dislocati a distanza crescente dal punto impattato dalle

lavorazioni. Il numero dei punti di ascolto e le relative distanze dovranno essere congrue alla conformazione del territorio ed al raggio di rilevabilità dello strumento.

L'indice di abbondanza sarà fornito dal rapporto tra il numero di individui rilevati ed il numero di punti di ascolto. Inoltre si potranno confrontare anche i singoli punti d'ascolto in modo da utilizzare quelli posizionati a distanza maggiore dal punto di impatto (causato dalle lavorazioni) come stazione di "bianco" rispetto agli altri punti.

I rilievi dovranno essere eseguiti nei mesi di maggio e di giugno nel periodo di massima attività giornaliera che, nella maggior parte delle specie coincide con le prime quattro o cinque ore dopo il tramonto.

Valutazione dell'efficacia dei passaggi ecologici: per la verifica dell'utilizzo, da parte della fauna della zona, dei passaggi ecologici di futura costruzione, dovranno essere eseguiti dei sopralluoghi con lo scopo di capire se i passaggi sono realmente utilizzati e da quali specie di animali. Durante ogni sopralluogo dovranno essere ispezionati entrambi i lati del passaggio ecologico; dovranno essere analizzate ed eventualmente raccolte le tracce lasciate dagli animali (orme, fatte, peli) utili al riconoscimento della specie.

È prevista una campagna di rilievo ogni trimestre da eseguirsi nei periodi più idonei (ad esempio dopo un evento piovoso in modo da reperire con più facilità le orme lasciate dagli animali).

## 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	24 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 **48 mesi**.

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

### 4.1. Componente Antropica

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

#### 4.1.1. Atmosfera

Le misure di ante, 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 finalizzate alla definizione degli impatti prodotti dall'infrastruttura stradale dovranno essere svolte prima dell'inizio dei lavori.

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

La metodica A1 (utilizzo di mezzi mobili strumentati) è stata utilizzata per valutare l'impatto dell'opera sulla qualità dell'aria della zona interessata dai lavori.

Per questa metodica, in ottemperanza alla prescrizione "S" della Parte C del DecVIA 255/2012 (*"una adeguata intensificazione della frequenza delle campagne di monitoraggio della qualità dell'aria con mezzo mobile durante il periodo invernale"*), è stata inserita un'ulteriore indagine di durata quindicinale nel trimestre invernale: pertanto le campagne annue risultano cinque.

Le campagne di monitoraggio post operam devono essere programmate all'interno del primo anno di esercizio dell'opera in progetto. I siti individuati sono uno quello che presenta le maggiori concentrazioni di inquinanti in prossimità dello svincolo di Lainate e l'atro in corrispondenza del ricettore sensibile costituito dall'asilo di via Gorizia..

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: **A8-LA-A1-01**

**A8** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

LA = Lainate

AR = Arese

RO = Rho

**A1** = 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	
A8-LA-A2-01	Cantiere	-	4	-	8	-		
A8-LA-A1-01	Esercizio	5	.	-	-	5		
A8-LA-A1-02	Esercizio	5	.	-	-	5		
<b>TOTALE</b>		<b>10</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>10</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 allegate e nella Tabella 5, una volta prima dell'inizio dei lavori, con le modalità indicate nelle metodiche di riferimento.

Le attività di monitoraggio di corso d'opera che riguardano la caratterizzazione delle aree interessate dai cantieri e dalle lavorazioni principali. Come evidenziato nel SIA le mitigazioni inserite in progetto nei cantieri fissi permettono di soddisfare il rispetto dei limiti di legge su tutti i ricettori mentre per i cantieri mobili si potrebbero verificare alcuni esuberanti nei ricettori oggetto di monitoraggio

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 sia nella fase di esercizio che in quella di cantierizzazione.

##### 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:       **A8-LA-R3-01**

**A8** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

LA = Lainate

AR = Arese

RO = Rho

**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);

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

**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	R4b	
A8-LA-R2-01	Fronte avanzamento	1			8	-			Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-R2-02	Fronte avanzamento	1			8	-			Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-R2-03	Fronte avanzamento	1			8	-			Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-R2-04	Fronte avanzamento	1			8	-			Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-R2-05	Fronte avanzamento	1			8	-			Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-R2-06	Fronte avanzamento	1			8	-			Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-R2-07	Fronte avanzamento	1			8	-			Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera d'opera lungo la variante S.P.101.
A8-RO-R2-13	Fronte avanzamento	1			8	-			Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera d'opera.
+A8-LA-R3-08	Esercizio		1		-	-	1		Ricettore sensibile
A8-LA -R3-09	Esercizio		1		-	-	1		
A8-LA -R4b-09	Esercizio							1	
A8-LA -R3-10	Esercizio		1		-	-	1		
A8-LA -R4b-10	Esercizio							1	
A8-AR-R3-11	Esercizio		1		-	-	1		Lungo SP101
A8-LA -R3-12	Esercizio		1		-	-	1		
A8-RO -R3-13	Esercizio		1		-	-	1		
A8-RO -R4b-13	Esercizio							1	
A8-LA -R3-14	Esercizio		1		-	-	1		
A8-LA -R4b-14	Esercizio							1	
A8-LA -R3-15	Esercizio		1		-	-	1		
<b>TOTALE</b>		<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>64</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>4</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 significativi 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: **A8-LA-V1-01**

**A8** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

LA = Lainate

AR = Arese

RO = Rho

**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		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						NOTE
Codice	Lavorazione	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A8-LA-V1-01	Fronte avanzamento	1	-	8	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA -V2-01	Fronte avanzamento	-	-	-	8	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-V1-02	Fronte avanzamento	1	-	8	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA -V2-02	Fronte avanzamento	-	-	-	8	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-V1-03	Fronte avanzamento	1	-	8	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA -V2-03	Fronte avanzamento	-	-	-	8	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-V1-04	Fronte avanzamento	1	-	8	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA -V2-04	Fronte avanzamento	-	-	-	8	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-V1-05	Fronte avanzamento	1	-	8	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA -V2-05	Fronte avanzamento	-	-	-	8	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA-V1-06	Fronte avanzamento	1	-	8	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A8-LA -V2-06	Fronte avanzamento	-	-	-	8	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera.

A8-LA-V1-07	Fronte avanzamento	1	-	8	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera lungo la variante S.P.101
A8-LA -V2-07	Fronte avanzamento	-	-	-	8	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi per la lavorazione impattante Ogni 3 mesi in corso d'opera lungo la variante S.P.101
<b>TOTALE</b>	<b>TOTALE</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	

Tabella 6 – Piano delle misure da effettuare – VIBRAZIONI

## 4.2. Componente Idrica

L'intervento di ampliamento della sede autostradale in oggetto prevede che le sistemazioni idrauliche consistano nell'allargamento degli attraversamenti esistenti, conservando i corsi artificiali e il loro assetto geometrico e idraulico. Le possibili interferenze sull'ambiente idrico durante le fasi di cantierizzazione sono riconducibili ai rischi di tipo ambientale a causa di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti durante il transito di mezzi operativi e/o di acque domestiche e di lavorazione. 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 considerazione dell'elevata permeabilità degli acquiferi della zona interessata dai lavori, e della contestuale presenza di molti pozzi per uso idropotabile, si è provveduto ad inserire nel piano di monitoraggio la componente Acque Sotterranee.

### 4.2.1. Acque Superficiali ed Ecosistemi Fluviali

Il reticolo idrografico presente nella zona di progetto è caratterizzato da una fitta rete di corsi d'acqua soprattutto regimati, tutti indispensabili all'irrigazione dei campi e quindi importantissimi per l'agricoltura del territorio.

Il tracciato oggetto del nostro intervento interferisce nella zona in fregio alla barriera di Milano alla PK 6+659.00 con il Torrente Lura, il maggior tributario del fiume Olona ed uno dei maggiori torrenti lombardi, ed è compreso nell'area agricola alimentata dai canali provenienti dal Canale Villoresi Principale e gestiti dal Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi (ETVilloresi) interferendo proprio con il Canale Principale Villoresi alla PK 9+332.00.

Il reticolo idrografico è anche caratterizzato da canali di derivazione, che derivano l'acqua, adibita ad irrigazione, dai canali principali.

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

#### Torrente Lura

Il Torrente Lura nasce dal confine nord occidentale lombardo-svizzero, nel comune di Uggiate-Trevano, ad un'altitudine di circa 400 m s.l.m. e attraversa le province di Como, di Varese e di Milano. Il tratto iniziale (da Uggiate Trevano ad Olgiate Comasco) e gli affluenti presenti nella stessa zona (in particolare la Lura di Albiolo) sono caratterizzati da buona naturalità e da portate quasi sempre presenti (con una portata media in tempo sec-co di

circa 0.100 m<sup>3</sup>/s), tranne che nei periodi di più scarsa piovosità. Tra Olgiate Comasco e Lurate Caccivio, nella zona dove il torrente scende dalle colline moreniche nella pianura, la maggior parte dell'acqua presente in alveo si infiltra nel sotto-suolo, lasciando l'alveo in secca per lunghi periodi nel tratto compreso nei comuni di Lurate Caccivio e Bulgarograsso. A causa dell'impermeabilizzazione del bacino conseguente all'estesa urbanizzazione dell'area ne è conseguito un mutamento nel regime idraulico del torrente, che ha accentuato la propria caratteristica di corpo idrico effimero in cui a lunghi periodi di asciutta seguono piene repentine. Dal comune di Guanzate in poi le condizioni cambiano radicalmente. Il torrente riceve gli effluenti di vari impianti di depurazione (a Bulgarograsso, a Fino Mornasco nell'affluente Livescia e, molto più a valle, a Caronno Pertusella) che, da un lato, garantiscono portate sempre pre-senti in alveo ma, dall'altro (anche a causa dello scarso o nullo potere diluente delle portate naturali), sono causa di profonde alterazioni delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e, di conseguenza, nelle biocenosi acquatiche.

Le acque, da Guanzate in poi, si presentano di colore rosso violaceo, con presenza di odori e schiume innaturali. I descrittori chimico-fisici denotano una situazione di forte compromissione (COD superiore a 50 mg/l, nutrienti sopra i limiti di accettabilità e picchi nelle concentrazioni di azoto ammoniacale, specie durante le piene quando si attivano gli sfioratori delle reti fognarie). L'ittiofauna è pressoché assente, se si escludono radi esemplari di vairone, mentre le co-munità di invertebrati bentonici sono semplificate e costituite unicamente da taxa tolleranti dell'inquinamento. Occorre segnalare come, contestualmente ad una situazione di forte degrado della qualità dell'acqua, la funzionalità complessiva del corridoio ecologico sia invece piuttosto buona, anche grazie alla tutela offerta dal PLIS Parco del Lura. Dal 2001 il torrente Lura è oggetto di studio da parte dell'Università degli Studi di Milano - Bicocca (dipartimento DISAT) e del Politecnico di Milano (dipartimento DIAR) che, in collaborazione con vari Enti locali e grazie ad alcuni finanziamenti della Fondazione CARIPLO, hanno definito numerosi interventi di riqualificazione con lo scopo di migliorare le condizioni complessive del corpo idrico.

L'alveo del torrente Lura, nei pressi del tombino autostradale alla PK 6+665.00 circa, ha una pendenza piuttosto ridotta, pari a 0.4 %. L'alveo è ben delineato ed inciso, le sponde sono rivestite in calcestruzzo sia a monte sia a valle dell'attraversamento autostradale; il fondo è anch'esso rivestito in calcestruzzo a partire da 20 m a monte del tombino e proseguendo verso valle. Immediatamente a monte del tombino autostradale sono presenti due salti di fondo; che nella configurazione di progetto verranno demoliti e riprodotti più a monte in modo da permettere il prolungamento del tombino autostradale.

### Canale Villoresi Principale

Il Canale Villoresi è un canale d'irrigazione ideato nel XIX secolo dall'ingegnere lombardo Eugenio Villoresi, ha origine dal fiume Ticino, dalla diga del Pan Perduto in località Maddalena, frazione di Somma Lombardo e si getta nel fiume Adda al termine di un percorso lungo 86 km che lo qualifica come il canale artificiale più lungo d'Italia. Il canale si sviluppa orizzontalmente da ovest verso est, nell'Alta pianura a nord di Milano; nel suo percorso interseca, sovrappassando e talvolta ricevendone parte delle acque, i corsi d'acqua minori della zona a nord di Milano. Essi sono il torrente Arno o Arnetta, il fiume Olona, il torrente Bozzente, il torrente Lura, il torrente Guisa, il torrente Nirone, il torrente Cislara, torrente Lombra, il torrente Garbogera, il fiume Seveso, il fiume Lambro, il torrente Molgora, il torrente Trobbia, il Rio Vallone, ed il Naviglio della Martesana.

La portata del canale Villoresi è di 48 mc/s; la rete derivata è costituita da 22 canali, per una lunghezza complessiva di 120 km, e da 270 canali diramatori, per una lunghezza di oltre 800 km. L'alveo del canale Villoresi principale, nei pressi dell'attraversamento autostradale alla PK 9+345.00 circa, ha una pendenza ridotta, pari a 0.05%. L'alveo è ben

delineato ed inciso; presenta un corso molto regolare, tipico dei canali artificiali, con una sezione molto ampia di forma trapezoidale. La sezione è interamente rivestita in calcestruzzo.

La tavola 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.

Codice completo: **A8-AR-SU-LU-01**

**A8** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

LA = Lainate

AR = Arese

RO = Rho

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

**LU** = individuazione punto di misura: "Torrente Lura"

LU = Torrente Lura

CV = Canale Villoresi Principale

**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
A8-AR-SU-LU-01	Torrente Lura monte	Arese
A8-RO-SU-LU-02	Torrente Lura valle	Rho
A8-LA-SU-CV-03	Canale Villoresi Principale monte	Lainate
A8-LA-SU-CV-04	Canale Villoresi Principale valle	Lainate

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).

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

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
	Solfati
A4bis	Azoto ammoniacale Nitrati Azoto nitroso Fosforo totale BOD5 Piombo Ferro Manganese Arsenico Alluminio Mercurio Tensioattivi
A5	Escherichia Coli
A6	MacrOper Indice STAR_ICMi
A7	Fitoplancton
A8	Macrofite e Fitobenthos
A9	Ittiofauna

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, A4bis, A5

I parametri dei set A4, A4bis e A5 daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua.

SET A6

In questo set di parametri di qualità biologica rientra la determinazione dell'indice STAR\_ICMi (Metodo MacrOper), basato su un approccio multihabitat, che prevede una raccolta dei macroinvertebrati in corsi d'acqua in linea con le richieste della legge europea 2000/60/EC. Tale rilievo, oltre a permettere una valutazione delle caratteristiche complessive dei bacini idrografici e dell'impatto dell'attività antropica, fornisce un giudizio sintetico sulla qualità, e relative evoluzioni, dell'ambiente fluviale interessato dalle lavorazioni stradali.

SET A7

In questo set di parametri di qualità biologica rientra la determinazione del fitoplancton, con cui si intende l'insieme degli organismi autotrofi fotosintetizzanti presentinel plancton, ovvero da quegli organismi in grado di sintetizzare sostanza organica a partire dalle sostanze inorganiche disciolte, utilizzando la radiazione solare come fonte di energia.

Il fitoplancton si trova alla base della catena alimentare nella stragrande maggioranza degli ecosistemi acquatici.

### SET A8

In questo set di parametri di qualità biologica rientra la determinazione delle piante macrofite e del fitobenthos. Le piante macrofite che sono piante di taglia consistente, comunque visibili ad occhio nudo, che costituiscono una quota rilevante della produzione primaria in corpi d'acqua poco profondi: stagni, lanche, lagune costiere, zone litorali dei laghi, corsi d'acqua e relative zone riparie temporaneamente o permanentemente sommerse. Sono rappresentate sia da macroalghe (ad esempio, del genere Chara in acque dolci, dei generi Ulva, Gracilaria, Cladophora, Chaetomorpha in acque salmastre) che da piante superiori. Queste ultime sono schematicamente classificate come sommerse radicate natanti (es., Ceratophyllum), flottanti radicate (es., Potamogeton, Nuphar), flottanti non radicate (es., Lemna, Trapa). Le macrofite sono oggetto di pascolo da parte di numerose specie di erbivori, ma contribuiscono soprattutto a formare la base di materiali organici in decomposizione su cui si innescano le catene alimentari del detrito. Fondamentale è il ruolo delle macrofite acquatiche o idrofile della vegetazione riparia lungo il corso dei fiumi: esse fanno da filtro tra corso d'acqua e ambiente terrestre, trattenendo il carico solido portato dalle acque di ruscellamento superficiale e intercettando il carico di nutrienti assimilabili, altrimenti destinati ad essere immessi nel canale fluviale con effetti indesiderabili di eutrofizzazione delle acque.

### SET A9

La caratterizzazione dell'ittiofauna verrà effettuata nei periodi di magra individuati per l'esecuzione delle campagne di misura, scegliendo opportunamente i periodi in modo da studiare anche fasi biologiche particolari (in particolare fasi riproduttive).

In questo modo sarà possibile verificare l'entità di fenomeni migratori pre-riproduttivi, e gli eventuali condizionamenti agli spostamenti verso le aree riproduttive causati da fenomeni di origine antropica.

In ciascuna delle sezioni individuate verranno dapprima effettuati dei sopralluoghi al fine di raccogliere alcuni parametri di interesse statistico quali:

- 1) % di cascate: percentuale dell'area campionata con dislivelli superiori al metro di altezza;
- 2) % di salti: percentuale dell'area campionata con dislivelli compresi tra 0.5 e 1 m di altezza;
- 3) % di saltelli: percentuale dell'area campionata con dislivelli inferiori a 0.5 m di altezza;
- 4) % di "riffles": percentuale dell'area campionata in cui la superficie del corso d'acqua presenta forti increspature e turbolenze;
- 5) % di "pools": percentuale dell'area campionata in cui sono presenti buche, cioè zone più profonde del resto del corso d'acqua e con velocità di corrente ridotta;
- 6) % di "runs": percentuale dell'area campionata con profondità e velocità di corrente abbastanza omogenee e costanti in cui la superficie non presenta increspature;
- 7) % di "cover": percentuale della superficie di alveo bagnato adatta al rifugio per l'ittiofauna;

- 8) profondità massima del tratto campionato (cm);
- 9) profondità media del tratto campionato (cm);
- 10) profondità media di riffles (cm): ottenuta dalla media di una serie di misurazioni effettuate lungo dei transetti trasversali al corso d'acqua;
- 11) profondità media pools (cm): ottenuta dalla media delle profondità di tutte le buche osservate nel tratto campionato;
- 12) profondità media runs (cm): ottenuta in analogia a quella dei riffles;
- 13) larghezza media dell'alveo bagnato, del tratto campionato (m): approssimata al metro e rappresentativa del tratto esaminato;
- 14) larghezza massima del tratto campionato (m): approssimata al metro;
- 15) lunghezza del tratto campionato (m): approssimata al metro;
- 16) % di roccia: percentuale del fondo coperto da materiale con diametro superiore a 1000 mm e/o alveo impostato su fondali o sponde in roccia compatta;
- 17) % di ghiaia con massi: percentuale del fondo coperto da materiale con diametro compreso tra 256 e 1000 mm;
- 18) % di ghiaia grossolana: percentuale di fondo coperto da materiale con diametro compreso tra 64 e 256 mm;
- 19) % di ghiaia media: percentuale di fondo coperto da materiale con diametro compreso tra 4 e 64 mm;
- 20) % di ghiaia fine: percentuale di fondo coperto da materiale con diametro compreso tra 2 e 4 mm;
- 21) % di sabbia: percentuale di fondo coperto da grani con diametro compreso tra 0,06 e 2 mm;
- 22) % di argilla e limo: percentuale di fondo coperto da grani con diametro inferiore a 0,06 mm;
- 23) omogeneità in larghezza (0÷5): il valore aumenta con l'aumentare della costanza della larghezza del tratto esaminato;
- 24) velocità di corrente (0÷5): 0 = corrente nulla; 1 = corrente lenta; 2 = corrente medio - lenta; 3 = corrente media; 4 = corrente medio - forte; 5 = corrente forte;
- 25) % di copertura vegetale del fondo: percentuale di superficie del letto del corso d'acqua coperta da macrofite acquatiche o alghe;
- 26) ombreggiatura (0÷5): indica la parte di superficie del corpo d'acqua in ombra per la maggior parte della giornata. Il valore aumenta con l'aumentare della porzione di superficie in ombra;
- 27) antropizzazione (0÷5): indica l'impatto antropico sul corso d'acqua sia per quanto riguarda gli scarichi che per le varie opere di regimazione (briglie, arginature, ecc...). Il valore aumenta con l'aumentare dell'alterazione di origine antropica;
- 28) torbidità (0 ÷5): presenza di materiale in sospensione (minerale ed organico) che riduce la trasparenza; da un massimo di trasparenza pari a 0 ad un massimo di torbidità pari a 5.

Attraverso l'elaborazione dei parametri sopra riportati sarà quindi possibile individuare, nell'ambito di ciascuna sezione, tratti significativi in cui effettuare le indagini conoscitive sull'ittiofauna.

Tutti i campionamenti verranno condotti con il sistema della pesca elettrica. Questa tecnica consente di pescare efficacemente in un ampio tratto di fiume ed in tempi brevi senza nuocere al pesce che può essere rilasciato subito dopo le operazioni di riconoscimento sistematico e di misurazione. I limiti della pesca elettrica vanno tuttavia ricercati nella sua non efficacia in presenza di grandi volumi di acqua e nella difficoltà a catturare le specie e gli individui di piccole dimensioni. In questi casi sarà previsto l'utilizzo contemporaneo di elettrostorditori e reti a maglie di differente misura. Inoltre, qualora vengano verificate durante i sopralluoghi preliminari situazioni particolari, potrà essere prevista, in alcune situazioni, l'osservazione diretta subacquea ("visual census").

Per le indagini con elettropesca verranno utilizzati elettrostorditori a zaino o barellabili, a corrente continua, pulsata e non, ed a voltaggio modulabile (300 ÷ 600 V), in funzione della tipologia ambientale e delle specie potenzialmente presenti, al fine di catturare anche gli individui di taglia minore, su cui l'effetto della corrente è inferiore.

I campionamenti saranno di tipo quantitativo, con almeno 2 passaggi con elettrostorditore ed utilizzo del "removal method", in tutte le situazioni in cui sia possibile fornire dati quantitativi attendibili, ovvero dove sia consentita un'efficace pesca elettrica su tratti significativi, possibilmente sull'intera larghezza del corso d'acqua. In questi casi, attraverso l'elaborazione dei parametri raccolti in campo, verranno forniti i valori di biomassa e densità relativi alle singole specie ed i grafici relativi alla struttura di popolazione. Dove non sarà possibile effettuare valutazioni di tipo quantitativo verranno comunque date indicazioni di densità per metro lineare di corso d'acqua.

I campionamenti saranno condotti su tratti rappresentativi non inferiori ai 100 m. lineari, considerando tutti i microhabitat presenti.

L'indagine prevederà la determinazione dal punto di vista sistematico dei pesci catturati, la pesatura e misurazione di ciascun individuo, e la sua successiva reimmissione in acqua.

Per ogni stazione di campionamento verrà compilata una scheda, su cui sono state annotate le specie ittiche rinvenute ed i dati biometrici relativi agli esemplari campionati, quali lunghezza (standard), peso e sesso, nonché valutazioni soggettive sullo stato generale dell'ittiofauna.

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

Stazione	Denominazione	Set di misure
A8-AR-SU-LU-01	Torrente Lura monte	A1+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9
A8-RO-SU-LU-02	Torrente Lura valle	A1+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9
A8-LA-SU-CV-03	Canale Villorosi Principale monte	A1+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9
A8-LA-SU-CV-04	Canale Villorosi Principale valle	A1+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9

Tabella 9 – Indagini suddivise per set di parametri funzionali

Nella fase di monitoraggio ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo dei corsi d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali.

Nella fase di 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.

Per il Torrente Lura si prevede che le analisi eseguite in ante operam forniranno elementi conoscitivi sufficienti per diradare la frequenza dei controlli successivi a livello trimestrale.

Corso d'acqua	Set di misura	Ante Opera	Corso d'opera	Post Opera
Lura	A1+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9	mensile	trimestrale	trimestrale
Villoresi	A1+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9	trimestrale	trimestrale	trimestrale

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

### 4.3. Fauna

La tavola in scala 1:10000 allegata riporta l'ubicazione dell'area di monitoraggio individuata da un codice assegnato con le modalità precisate nell'esempio che segue.

Codice completo: **A8-RO-FA-LU-01**

**A8** = Autostrada oggetto dell'intervento

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

RO = Rho

**FA** = componente ambientale (FA: Avifauna; FP: Chiroterteri);

**LU** = individuazione punto di misura: "Corridoio Ecologico"

CE = Corridoio ecologico

**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
A8-RO-FA-CE-01	Corridoio ecologico	Rho
A8-RO-FP-CE-01	Corridoio ecologico	Rho

Tabella 11 – Elenco stazioni di monitoraggio

Nella fase di monitoraggio ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa della presenza ornitica dell'area.

Sulla base degli esiti delle indagini ante operam si procederà a una rivalutazione della significatività delle stesse, procedendo eventualmente a una revisione della programmazione per le fasi corso d'opera e post operam.

La tabella seguente illustra il numero di indagini previste: quelle indicate per le fasi corso d'opera e post operam sono da intendersi soggette a rivalutazione come sopra indicato.

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO						NOTE
		Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Denominazione	FA	FP	FA	FP	FA	FP	
A8-RO-FA-CE-01	Corridoio ecologico	5		10		5		Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi
A8-RO-FP-CE-01	Corridoio ecologico		4		8		4	Si ipotizza un corso d'opera di 24 mesi
<b>TOTALE</b>		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	

Inoltre dovrà essere eseguita a cadenza trimestrale e limitatamente alla fase di monitoraggio di corso d'opera e post operam, una campagna di rilievo relativa all'osservazione dei passaggi ecologici previsti dal progetto. Nel complesso le campagne dovranno essere così articolate: 10 per la fase di corso d'opera e 4 per la fase di post operam.

## 5. ASPETTI ORGANIZZATIVI

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

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

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

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

### 5.1. Struttura operativa

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 6. SISTEMA INFORMATIVO

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

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

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

- **ATMOSFERA**
  - Sensori remoti con acquisizione in automatico e trasmissione in continuo attraverso la rete
  - Misure strumentali con operatore.
- **RUMORE**
  - Misure strumentali con operatore.
- **VIBRAZIONI**
  - Misure strumentali con operatore.
- **ACQUE SUPERFICIALI**
  - Campagne di misura e rilievo in situ.
- **FAUNA**
  - 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 estemporanee di acquisizione dati con accertamenti mirati per la gestione delle criticità e con sopralluoghi in sito per seguire da vicino l'andamento dei lavori o specifiche problematiche.

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

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

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

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

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

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

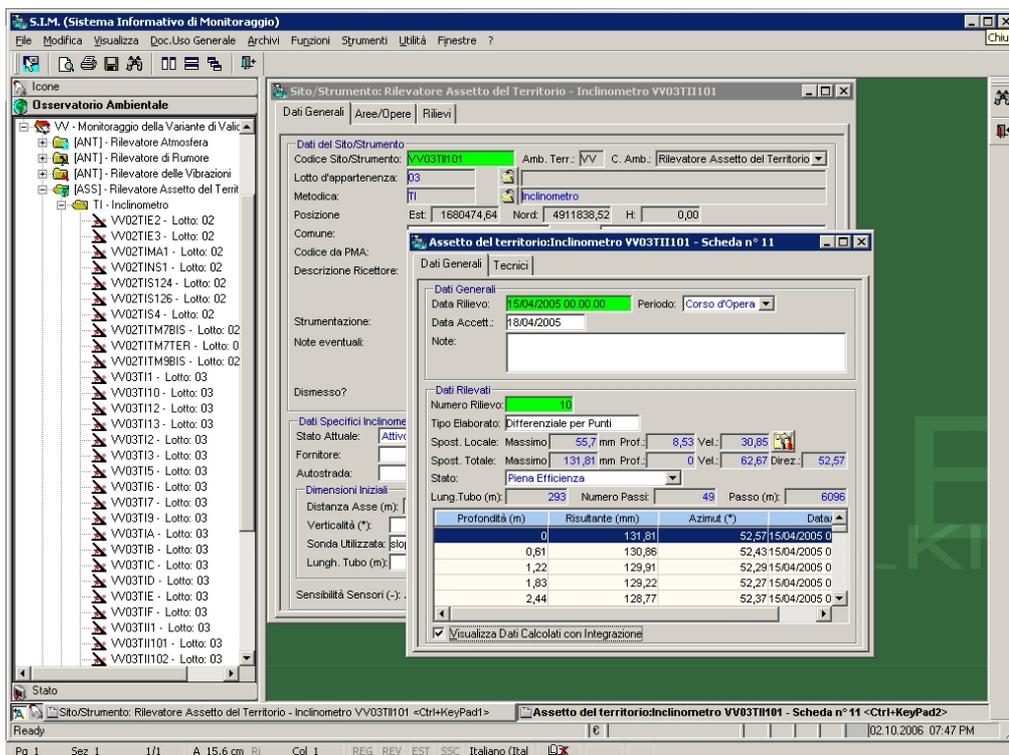
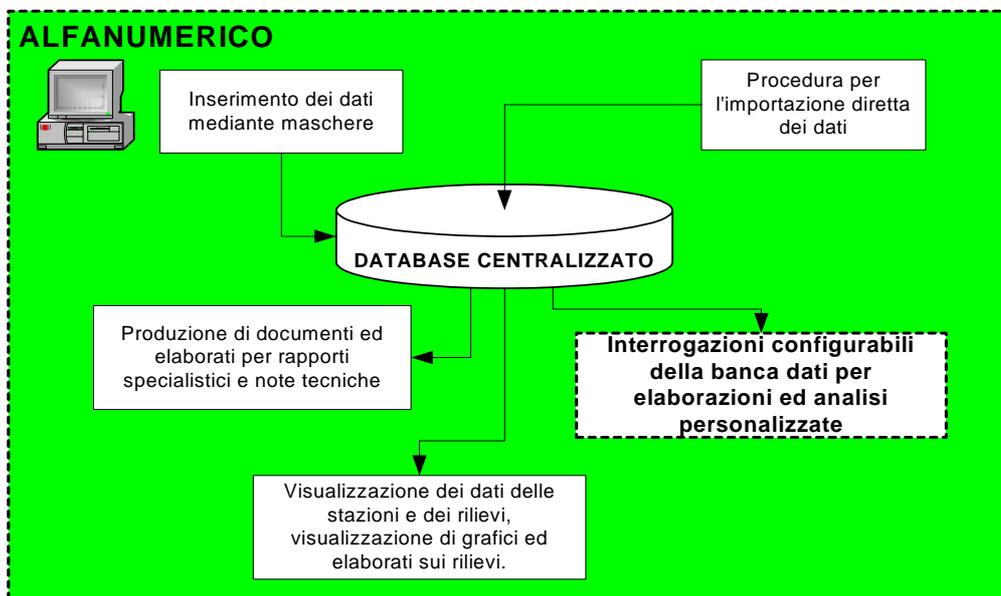
## 6.1. Architettura del sistema

Il SIM è una banca dati avente due interfacce:

- interfaccia alfanumerica costruita ad hoc;
- interfaccia geografica.

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

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



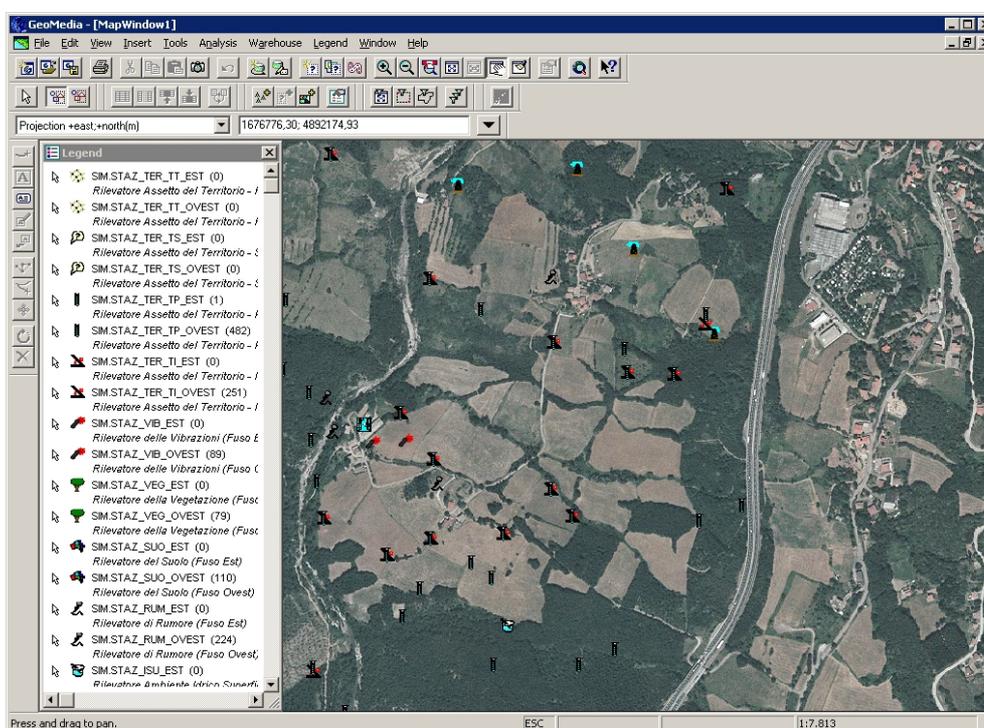
**SIM – interfaccia alfanumerica**

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

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

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

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



### SIM – interfaccia geografica

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

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

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