

AUTOSTRADA (A14) BOLOGNA – BARI - TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE – BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE LUNGO SAVENA LOTTO 3

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

RELAZIONE

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Dott. Fabrizio Siliquini
Esperto Ambientale AISA n.43

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Fabio Serrau
Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Sara Frisiani
Ord. Ingg. Genova n. 9810A

CODICE IDENTIFICATIVO

Ordinatore

RIFERIMENTO PROGETTO

RIFERIMENTO DIRETTORIO

RIFERIMENTO ELABORATO

--

Codice Commessa

Lotto, Sub-Prog,
Cod. Appalto

Fase

Capitolo

Paragrafo

WBS

PARTE D'OPERA

Tipo

Disciplina

Progressivo

Rev.

SCALA

111454

0000

PD

DG

PMA

00000

00000

R

MAM

0010

1

-



PROJECT MANAGER:

Ing. Fabio Serrau
Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A

REDATTO:

SUPPORTO SPECIALISTICO:

VERIFICATO:

REVISIONE

n.	data
0	MARZO 2022
1	FEBBRAIO 2023

VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Fabio Visintin

VISTO DEL CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili
DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE
E I SISTEMI INFORMATIVI

Sommario

1	INTRODUZIONE	3
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
2.1	DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO	4
2.2	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE	4
3	DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO	7
3.1	ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO	7
3.2	COMPONENTI AMBIENTALI	8
3.2.1	<i>Componente atmosfera</i>	8
3.2.2	<i>Componente rumore</i>	10
3.2.3	<i>Componente vibrazioni</i>	11
3.2.4	<i>Componente acque superficiali</i>	12
3.2.5	<i>Componente acque sotterranee</i>	14
3.3	METODICHE DI RILEVAMENTO	16
3.3.1	<i>Atmosfera</i>	16
3.3.2	<i>Rumore</i>	22
3.3.3	<i>Vibrazioni</i>	27
3.3.4	<i>Acque superficiali</i>	32
3.3.5	<i>Acque sotterranee</i>	35
4	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO.....	38
4.1	COMPONENTE ANTROPICA	38
4.1.1	<i>Atmosfera</i>	38
4.1.2	<i>Rumore</i>	41
4.1.3	<i>Vibrazioni</i>	44
4.2	COMPONENTE IDRICA	46
4.2.1	<i>Acque superficiali</i>	46
4.2.2	<i>Acque sotterranee</i>	49
5	ASPETTI ORGANIZZATIVI	52
5.1	STRUTTURA OPERATIVA	52
5.2	DEFINIZIONE SOGLIE MONITORAGGIO AMBIENTALE	53
5.3	PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLA CRITICITÀ	54
6	SISTEMA INFORMATIVO.....	56
6.1	SITO WEB DI CONSULTAZIONE PUBBLICA	59

Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 3-1: SCHEMA DELLA STRUTTURA DEI COMPLESSI ACQUIFERI DELLA PIANURA EMILIO-ROMAGNOLA	14
TABELLA 3-1: INQUINANTI DA MONITORARE	17
TABELLA 3-2: PARAMETRI METEOREOLOGICI DA MONITORARE	18
TABELLA 4-3: DURATA DELLE VARIE FASI DI MONITORAGGIO	38
TABELLA 4-4: PIANO DELLE MISURE DA EFFETTUARE – COMPONENTE ATMOSFERA	41
TABELLA 4-5: PIANO DELLE MISURE DA EFFETTUARE – COMPONENTE RUMORE	44
TABELLA 4-6: PIANO DELLE MISURE DA EFFETTUARE – COMPONENTE VIBRAZIONI	46
TABELLA 7: ELENCO STAZIONI DI MONITORAGGIO	47
TABELLA 8: PARAMETRI DI MONITORAGGIO	48
TABELLA 9: INDAGINI SUDDIVISE PER SET DI PARAMETRI FUNZIONALI	48
TABELLA 10: FREQUENZA DI MISURA PER I VARI SET DI PARAMETRI FUNZIONALI	48
TABELLA 11: ELENCO STAZIONI DI MONITORAGGIO	50
TABELLA 12: PARAMETRI DI MONITORAGGIO	51
TABELLA 13: INDAGINI SUDDIVISE PER SET DI PARAMETRI FUNZIONALI	51
TABELLA 14: FREQUENZA DI MISURA PER I VARI SET DI PARAMETRI FUNZIONALI	51
FIGURA 2: COMPONENTI DEL SIGMA	58

1 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione generale del **Piano di Monitoraggio Ambientale** relativo agli interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana – metropolitana del Passante di Bologna ed in particolare Lungo Savena.

I Comuni interessati dall'intervento sono: Bologna e Castenaso.

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è stato redatto e strutturato innanzitutto sulla base delle indicazioni 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; inoltre sono state recepite le indicazioni di ARPAE.

La presente revisione del PMA recepisce le prescrizioni della Regione Emilia-Romagna trasmesse in data novembre 2022.

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

In dettaglio, il Piano Integrato di Monitoraggio Ambientale si prefigge i seguenti obiettivi:

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

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

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1 DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

Il progetto del potenziamento del sistema tangenziale di Bologna interessa quasi esclusivamente il territorio comunale di Bologna e per un breve tratto (circa 500m) il comune di San Lazzaro di Savena e ricade quindi totalmente all'interno della Provincia di Bologna.

Il Nodo stradale di Bologna rappresenta, per la sua posizione geografica, uno dei sistemi infrastrutturali più importanti della rete regionale e nazionale, in quanto costituisce uno dei principali punti di interconnessione tra le linee nazionali ed internazionali a lunga percorrenza e contemporaneamente il centro di convergenza della mobilità provinciale e regionale.

Il territorio bolognese si trova, infatti, all'incrocio delle due maggiori arterie autostradali italiane che collegano il nord ed il sud del paese, l'autostrada A1 (Autostrada del Sole), asse meridiano cardine della rete autostradale italiana, che collega Bologna nella direttrice nord-ovest con Milano, la Svizzera, la Francia ed in quella sud con Roma e Napoli (percorrendo la costa tirrenica) e l'autostrada A14, il secondo asse meridiano del sistema autostradale nazionale, che collega Bologna al sud dell'Italia percorrendo la costa Adriatica.

Da Bologna si sviluppa, in direzione nord-est, l'autostrada A13, che si dirige verso Venezia e l'Europa dell'Est.

Ad una quarantina di chilometri dalla città c'è l'accesso all'autostrada A22 (Autostrada del Brennero) che raggiunge l'Austria e la Germania.

Il tratto è inoltre caratterizzato dalla presenza di numerosi corsi d'acqua di dimensioni molto variabili: sono presenti infatti corsi d'acqua di grandi dimensioni (Fiume Reno, Torrente Savena), canali di medie dimensioni (Canale Ghisiliera, Canale Navile, Canale Savena Abbandonato e Rio Zinetta) e una serie di fossi e impluvi con bacini di piccole dimensioni.

Pertanto, l'area di intervento si connota per la presenza di:

- aree urbane appartenenti alla città di Bologna e della sua periferia, caratterizzate da tessiture ed usi eterogenei;
- aree agricole tipiche della pianura bolognese;
- corsi d'acqua del Fiume Reno, Savena, Navile e la rete idrica secondaria;
- aree a connotazione naturale e semi-naturale;
- sistema delle grandi infrastrutture costituito dalla rete autostradale e dalla viabilità secondaria urbana ed extraurbana, la rete ferroviaria con gli importanti scali e l'aeroporto.

2.2 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO STRADALE

Il progetto di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- A. Ampliamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna a partire dallo svincolo 3 del ramo verde della complanare fino allo svincolo 13 di Bologna S. Lazzaro con le seguenti specifiche:
- realizzazione di tre corsie con emergenza per senso di marcia sull'_A14, fatta eccezione per i punti singolari di cui si dirà nel seguito;
 - realizzazione di tre corsie più emergenza per senso di marcia sul tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza sul tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, fatta eccezione per i punti singolari di cui si dirà nel seguito;

B. Interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana - metropolitana:

- Intermedia di Pianura: completamento dei tratti mancanti per circa 8,6 km, adeguamento in sede per circa 5,3 km;
- **Lungo Savena: realizzazione del lotto 3 per circa 2,5 km;**
- Collegamento via Triumvirato e via Chiu;
- Nodo di Funo - accessibilità a Interporto e Centergross.

Il presente progetto è relativo al III lotto funzionale dell'asse Lungosavena, tra le esistenti rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti e la rotatoria di Via dell'Industria.

Il progetto, nel suo complesso, può considerarsi composto dai seguenti corpi d'opera:

- Asse stradale principale;
- Collegamento all'abitazione di vicolo dei Prati;
- Collegamento alle abitazioni della zona S. Caterina;
- Viabilità di ricucitura per la chiusura dei p.l. 12 e 13 lungo la linea Bologna Portomaggiore;
- Adeguamento alla rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti;
- Nuova pista ciclabile suddivisa in tre tronchi:
 1. BK001 parallelo all'asse principale dalla rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti allo sbocco su Via Mattei;
 2. BK002 lungo via Tosarelli esistente e fino al passaggio a livello su Via Cà dell'Orbo;
 3. BK003 tratto su via del Bargello dall'incrocio semaforizzato con via Cà dell'Orbo fino alla rotatoria su via dell'Industria.

Le opere d'arte principali del progetto sono le seguenti:

- VIADOTTO SU VIA ENRICO MATTEI: l'opera, dello sviluppo complessivo di circa 368 m, permette lo scavalco di Via Enrico Mattei e della ferrovia suburbana Bologna-Portomaggiore.
- MURO DI SOSTEGNO TRA LE Pk 0+660 E 0+715 ca.: muro di sostegno necessario a causa della prossimità della viabilità in progetto ai confini di proprietà, in destra.
- TERRE ARMATE tra le pk 1+084.17 e 1+303.01

Area di cantiere

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

CB01 (AREA 1) - L'area di superficie pari a 4.300 mq sarà destinata a Campo Base, Cantiere Operativo e Area di deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi.

CO01 (AREA 3) - L'area di superficie pari a 2.400 mq sarà destinata a Cantiere Operativo e Area di deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi.

CO02 (AREA 2) - L'area di superficie pari a 2.050 mq sarà destinata a Cantiere Operativo

e Area di deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi.

Sono inoltre previsti 5 aree operative a servizio della realizzazione del viadotto Mattei per una superficie totale di 12.025mq e due aree di supporto per la realizzazione della pista ciclabile per un totale di 1.500mq. Si rimanda per i dettagli alla tavola 111454-0000-PE-CN-ACN-00000-00000-D-CAP0200-0.

3 DEFINIZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

3.1 ASPETTI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

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

La selezione delle componenti è stata operata sia in ottemperanza alle indicazioni del SIA che dei pareri pervenuti dai vari Enti di Controllo, di seguito brevemente sintetizzate:

- **è richiesta l'esecuzione di un monitoraggio ambientale** e da redigere secondo le Linee Guida della Commissione Speciale VIA nelle fasi ante operam, corso d'opera e post operam;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della qualità dell'aria, secondo quanto indicato dal D. Lgs. 155 del 13.08.10** per il monitoraggio sia dell'impatto delle attività di cantiere sullo stato della qualità dell'aria, che potrà comprendere anche l'installazione di centraline fisse, sia dell'inquinamento da traffico;
- **è richiesto un programma di monitoraggio della componente rumore**, che preveda campagne di rilevamento del clima acustico con le modalità ed i criteri contenuti nel DM 16.03.1998, viene inoltre richiesto nella fase di esercizio una modellistica adeguata per la mappa acustica di specifici tipi di sorgenti opportunamente tarata;
- **è richiesto un programma di monitoraggio per i corsi d'acqua interessati direttamente o tramite affluenti dai lavori** in fase ante operam, corso d'opera e post operam.
- **è richiesto un programma di monitoraggio quali/quantitativo delle acque sotterranee** in fase ante operam, corso d'opera e post operam.

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

Relativamente alle componenti naturalistiche (flora, vegetazione, fauna ed ecosistemi) dallo Studio d'Impatto Ambientale si evince che gli eventuali impatti sulle componenti sopra citate sono non significativi o temporanei; per tale motivo non è stato inserito un monitoraggio per questa matrice.

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

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

Settore Antropico

Dato l'elevato grado di urbanizzazione della zona interessata e il tipo di lavorazioni previste per la cantierizzazione e la realizzazione del progetto, quali la realizzazione di rilevati, il deposito temporaneo di materiale, lo scavo e l'infissione di pali, oltre al passaggio di mezzi pesanti lungo la viabilità di servizio

e di cantiere, risulta particolarmente sensibile e vulnerabile il settore ambientale più strettamente legato alla sfera antropica, in particolare la **qualità dell'aria e il clima acustico e vibrazionale**, quest'ultimo inteso sia come disturbo alle persone, sia come danno alle strutture. È stata quindi definita e strutturata una rete di monitoraggio ambientale dedicata ai suddetti aspetti e suddivisa nelle seguenti componenti ambientali: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni.

Settore Idrico

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

Gli interventi in progetto comporteranno la presenza di acque di dilavamento nelle aree adibite a cantiere e una produzione di acque reflue generate dalle lavorazioni proprie del cantiere, come l'attività di betonaggio e il lavaggio dei mezzi. Saranno inoltre prodotte acque reflue dagli scarichi civili in funzione durante la cantierizzazione. Per una corretta gestione delle acque reflue sono stati predisposti numerosi presidi di trattamento, brevemente elencati nel seguito:

- impianto depurazione delle acque reflue industriali e meteoriche;
- trattamento delle prime piogge di una parte dell'area di cantiere;
- depurazione delle acque degli scarichi civili;

È stato, inoltre, previsto un impianto di lavaggio autobetoniere a ciclo delle acque chiuso.

Tali presidi consentono una corretta gestione delle acque reflue generate dai cantieri tutelando sia l'ambiente idrico superficiale che sotterraneo.

Ad ogni modo nel presente PMA si è ritenuto opportuno inserire la componente idrico sotterraneo al fine di monitorare lo stato qualitativo della falda idrica, matrice ambientale più esposta in caso di eventuali infiltrazioni di acque reflue nel terreno.

3.2 COMPONENTI AMBIENTALI

3.2.1 Componente atmosfera

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

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

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

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

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

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

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- formazione dei piazzali e della viabilità di cantiere;
- esercizio degli impianti di betonaggio;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere;
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di deposito.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.2.2 Componente rumore

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

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

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

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

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

- costruzione del tracciato;
- esercizio dei cantieri industriali e dei campi base;
- costruzione o adeguamento della viabilità di cantiere;
- movimentazione dei materiali di approvvigionamento al 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, 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 un'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 principali emissioni di vibrazioni derivanti dalle attività di cantiere sono attribuibili alle seguenti fasi:

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

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

3.2.4 Componente acque superficiali

L'intervento di progetto attraversa il corso d'acqua "Scolo Zenetta di Quarto alla progressiva di attraversamento 1+890; il corso d'acqua è di competenza del Consorzio di Bonifica Renana. La particolare caratteristica dei corsi d'acqua di bonifica risiede nella loro funzionalità e negli usi a cui sono preposti: in generale tali corsi d'acqua esplicano la duplice funzione di scolo ed irrigazione. Essi vengono utilizzati sia per il drenaggio delle acque meteoriche e, soprattutto nelle stagioni primaverili ed estive, anche per irrigazione.

L'area interessata dal completamento della rete viaria di adduzione, in generale risulta caratterizzata da un fitto reticolo idrografico naturale e da una rete di canali artificiali di approvvigionamento in aree agricole, di competenza consortile (Consorzio della Bonifica Renana), comunale o privata. In particolare, l'intervento del Lungo Savena III Lotto interferisce direttamente un solo canale di bonifica, denominato Scolo Zenetta di Quarto, alla Pk 1+890, che verrà tombato per un piccolo tratto, per permettere l'andamento obbligato dell'infrastruttura verso la nuova rotatoria di Via dell'Industria già realizzata.

Il tracciato individuato, che dovrà prevedere la ricucitura della rete viaria esistente razionalizzando e raccordando tra loro i vari tratti di strade comunali, oltre ad interferire con il corpo idrico sopra riportato (art. 4.2 delle NTA), interseca alla Km 0+840 una "Viabilità storica" (art.8.5 delle NTA del PTCP).

Le attività che potenzialmente interferiscono con il suolo, il sottosuolo e l'idrogeologia possono essere così sintetizzate: Le attività che potenzialmente interferiscono con il sistema delle acque possono essere così sintetizzate:

- Approntamento ed esercizio delle aree di cantiere;
- Completamento della rete viaria di adduzione, potenziamento ed adeguamento di sezioni stradali e pavimentazioni e rotatorie;

- Realizzazione del viadotto;
- Tombamento corpo idrico superficiale.

Le componenti che possono risultare interferite risultano le seguenti:

Qualità delle acque

- Torbidità delle acque e trasporto solido;
- Caratteristiche chimiche delle acque;
- Caratteristiche biologiche delle acque;
- Idoneità delle acque all'utilizzo.

Quantità delle acque

- Modificazione delle portate dei recettori;
- Efficacia idraulica dei vettori interferiti;
- Rischi di esondazione a valle delle opere;
- Rischi di esondazione a monte delle opere.

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

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

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

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

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

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

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

3.2.5 Componente acque sotterranee

Gli acquiferi della pianura emiliano – romagnola sono costituiti principalmente dai depositi di origine alluvionale presenti nella porzione più superficiale della pianura, per uno spessore di circa 400-500 m e, in minima parte, da depositi marino marginali. La distribuzione di questi corpi sedimentari nel sottosuolo è schematicamente rappresentata nella sezione di fig. 9 che attraversa tutta la pianura da Sud a Nord, ovvero dal margine appenninico, che separa gli acquiferi montani da quelli di pianura, al Fiume Po. Procedendo quindi dal margine appenninico verso nord, si trovano nell'ordine: le conoidi alluvionali, la pianura alluvionale appenninica e la pianura alluvionale e deltizia del Po. Le conoidi alluvionali sono formate dai sedimenti che i fiumi depositano all'uscita dalla valle, dove il corso d'acqua non è più confinato lateralmente e vi è una brusca diminuzione della pendenza topografica.

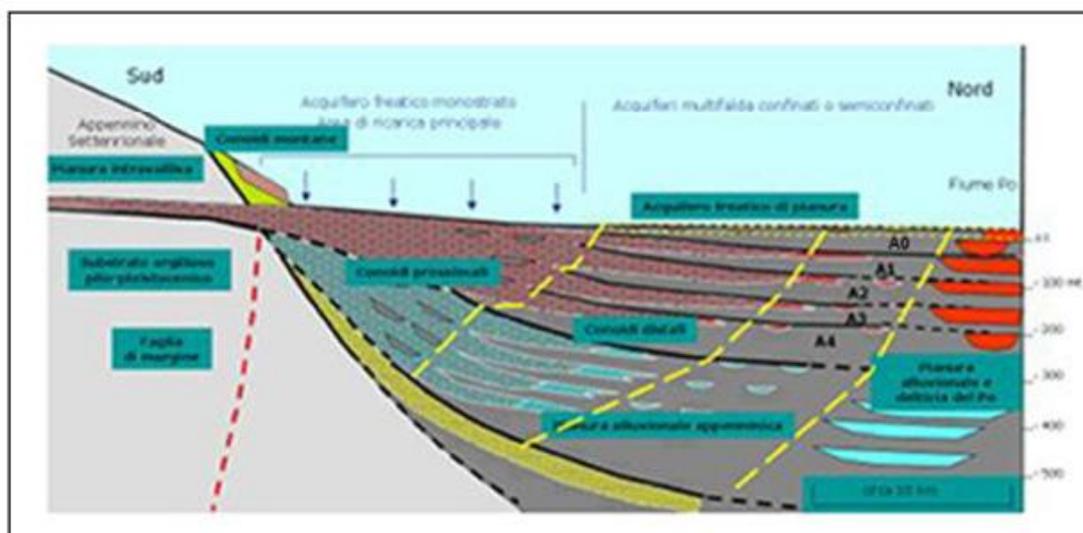


Figura 3-1: Schema della struttura dei complessi Acquiferi della Pianura Emilio-Romagnola

Nella porzione più vicina al margine (conoidi prossimali), allo sbocco del fiume nella pianura, prevalgono le ghiaie grossolane e frequentemente affioranti, che proseguono nel sottosuolo con spessori anche di alcune centinaia di metri, mentre i depositi fini sono rari e discontinui; procedendo verso la pianura aumenta invece la presenza di depositi fini che si alternano a quelli ghiaiosi (qui sepolti) in corpi tabulari molto estesi (conoidi distali). E' interessante notare che, in generale, le ghiaie delle conoidi sono tanto più abbondanti e grossolane quanto maggiori sono le dimensioni del bacino imbrifero e quanto maggiore è la presenza di formazioni geologiche facilmente erodibili dal fiume (come i calcari) che sgretolandosi danno origine alle ghiaie in questione. Dal punto di vista idrogeologico le conoidi alluvionali, con i loro depositi molto permeabili e molto spessi, sono i principali acquiferi della pianura emiliano – romagnola. In particolare, le conoidi prossimali sono sede di un esteso acquifero freatico ricaricato direttamente dalle acque superficiali dei fiumi e dalle piogge, mentre le conoidi distali costituiscono un complesso sistema di acquiferi multistrato con falde confinate e semi confinate. Le conoidi apicali, quindi, rappresentano la zona di ricarica per gli acquiferi stratificati della pianura. La pianura alluvionale appenninica è caratterizzata da una pendenza topografica inferiore ed è formata dai sedimenti fini trasportati dai fiumi appenninici a distanze maggiori, costituiti da alternanze di limi più o meno argillosi, argille e sabbie limose.

Essa inizia laddove i corpi ghiaiosi si chiudono e passano lateralmente a sabbie, presenti come singoli corpi nastriformi di pochi metri di spessore, che rappresentano i depositi di riempimento di canale e di argine prossimale. Talvolta si ritrovano degli orizzonti argillosi molto ricchi di sostanza organica che testimoniano il succedersi degli eventi di trasgressione marina che hanno interessato la zona costiera dell'Emilia-Romagna durante il Pleistocene e che costituiscono dei veri e propri livelli guida. Dal punto di vista idrogeologico i rari e discontinui depositi sabbiosi della pianura alluvionale appenninica,

costituiscono degli acquiferi di scarso interesse, anche perché la loro ricarica è decisamente scarsa e deriva unicamente dall'acqua che, infiltratasi nelle zone di ricarica delle conoidi, riesce molto lentamente a fluire sino alla pianura. Procedendo verso nord si passa alla pianura alluvionale e deltizia del Fiume Po, costituita dall'alternanza di corpi sabbiosi molto estesi e sedimenti fini. Le sabbie derivano dalla sedimentazione del Fiume Po e sono presenti in strati amalgamati tra loro a formare livelli spessi anche alcune decine di metri ed estesi per svariati chilometri. Nella parte occidentale della Regione questi depositi hanno sempre un'origine alluvionale, mentre verso est rappresentano i diversi apparati deltizi che il Po ha sviluppato nel corso del Pleistocene. I sedimenti fini che si alternano a questi strati sabbiosi sono formati da limi più o meno argillosi, argille, sabbie limose e più raramente sabbie. Anche nella pianura alluvionale del Po ci sono presenti dei depositi argillosi ricchi in sostanza organica che fungono da livelli guida. Dal punto di vista idrogeologico i depositi della pianura alluvionale e deltizia del Po costituiscono degli acquiferi confinati molto permeabili e molto estesi e dunque molto importanti. Il più superficiale di questi è in contatto diretto col fiume, da cui viene ricaricato, mentre quelli più profondi ricevono una ricarica remota che viene in parte dallo stesso Po (da zone esterne alla Regione Emilia-Romagna) e in parte dalle zone di ricarica appenniniche ed alpine, poste rispettivamente molto più a sud e a nord. Al di sopra dei depositi descritti, fatto salvo per le conoidi prossimali dove le ghiaie sono affioranti, si trova l'acquifero freatico di pianura, un sottile livello di sedimenti prevalentemente fini che prosegue verso nord su tutta la pianura. Si tratta dei depositi di canale fluviale, argine e pianura inondabile in diretto contatto con i corsi d'acqua superficiali e con gli ecosistemi che da esse dipendono, oltre che con tutte le attività antropiche. Data la litologia prevalentemente fine e lo spessore modesto (nell'ordine dei 10-15 m), l'acquifero freatico di pianura riveste un ruolo molto marginale per quanto concerne la gestione della risorsa a scala regionale. E' invece molto sfruttato nei contesti rurali, dove numerosi pozzi a camicia lo sfruttano per scopi prevalentemente domestici. Gli acquiferi presenti nelle zone intravallive sono i terrazzi alluvionali risultanti dall'azione erosiva dei corsi d'acqua, che generalmente hanno una topografia pianeggiante e sono costituiti da ghiaie e sabbie di canale fluviale, sovrastate da sottili spessori di materiali più fini pedogenizzati. Si tratta di acquiferi freatici molto sottili, alimentati dalle piogge locali, dai canali e dal drenaggio dei versanti adiacenti. Tra gli acquiferi di pianura e quelli di montagna, si trova la zona del margine appenninico, formato da depositi ghiaiosi coperti da sedimenti fini pedogenizzati (conoidi montane) che, in una breve distanza verso la pianura, passano da spessori sottili a spessori anche molto considerevoli a formare le conoidi alluvionali precedentemente descritte. Al di sotto di questi depositi ghiaiosi si trovano le sabbie costiere attribuibili all'ultimo episodio della sedimentazione marina nell'Appennino e che proseguono fino alle porzioni più distali della pianura (Sabbie Gialle).

Per quanto concerne l'area oggetto di questo studio, sono stati individuati Complessi Acquiferi costituiti da depositi alluvionali in cui si alternano sedimenti grossolani e fini; in ciascun complesso i depositi più fini si concentrano nella porzione inferiore, mentre nella parte alta prevalgono le litologie più grossolane dove troviamo grandi spessori di ghiaie amalgamate che costituiscono estesi corpi tabulari, corrispondenti ad ampie conoidi alluvionali sepolte.

Il Piano di Monitoraggio delle acque sotterranee, articolato in indagini su 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, sulla vulnerabilità della falda e in base alla rilevanza socioeconomica di ogni captazione. È stato infine considerato di monitorare captazioni che, secondo la piezometria e il gradiente piezometrico, sono ubicate a monte e a valle dell'intervento.

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 21/28 giorni con mezzo mobile strumentato;
- Metodica A2: misura delle polveri sottili (PM10) per 28 giorni in prossimità di aree di cantiere;
- Metodica A2bis - Rilievo in continuo delle Polveri Sottili (PM10) con analizzatore ottico multicanale.

METODICA A1- Rilievo qualità aria con mezzo mobile strumentato

Tale metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dell'inquinamento prodotto da traffico veicolare in prossimità dell'autostrada, dei cantieri e delle viabilità di cantiere. La durata dei rilievi sarà di 28 giorni nel periodo invernale ed autunnale e di 21 giorni nei periodi estivi e primaverili.

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/trasmisione dei dati raccolti.

I parametri chimici di cui verrà effettuata la misura sono: monossido di Carbonio (CO), ossidi di azoto (NO, NO₂, NO_x), frazione respirabile delle particelle sospese (PM10, PM2.5), benzene (C₆H₆), ozono (O₃), BaP (secondo le indicazioni del DMA del 25/11/94, del D. Lgs. 152 del 3.08.07 e del D. Lgs. 155 del 13.08.10). Oltre al BaP verranno determinati gli IPA totali, ed in particolare: naftalene, acenaftilene, acenaftene, fluorene, fenantrene, antracene, fluorantene, pirene, benzo(a)antracene, ciclopenta(cd)pirene, crisene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fuorantene, benzo(e)pirene, benzo(a)pirene, perilene, indeno(1,2,3,c,d)pirene, dibenzo(a,h+a,c)antracene, benzo(g,h,i)perilene, dibenzo(a,l)pirene, dibenzo(a,e)fluorantene, dibenzo(a,e)pirene, dibenzo(a,i)pirene, dibenzo(a,h)pirene.

Il BaP verrà determinato in tutti i periodi di monitoraggio previsti. Tale inquinante andrà analizzato su campioni aggregati che permettano di valutare la variabilità tra i giorni festivi e feriali. Anche i metalli Cd e Ni, As, Pb andranno determinati su campioni aggregati (secondo le indicazioni del D. Lgs. 155 del 13.08.10).

I rilievi delle concentrazioni degli idrocarburi policiclici aromatici totali (IPA), del BaP e dei metalli avverrà con campionamento della durata di 24 ore secondo quanto previsto dalla normativa vigente

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

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

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

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche
CO	1h	mg/m ³	Media su 8 ore / Media oraria/ media giornaliera
NO, NO ₂	1h	mg/m ³	media su 1 h/media giornaliera
NO _x	1h	mg/m ³	media su 1 h/media giornaliera
PM ₁₀ , PM _{2.5}	24 h	mg/m ³	media giornaliera /media annuale su 24 h (1) (2)
C ₆ H ₆	1 h	mg/m ³	media giornaliera /media annuale su 24 h (1)
O ₃	1 h	mg/m ³	media annuale su 1 h/media giornaliera/media periodo campagna/massimo giornaliero medie mobili su 8 h/ n. superamenti soglia informazione
IPA -BaP	24 h	mg/m ³	media annuale su 24 h (1)

Tabella 3-1: Inquinanti da monitorare

(1) Verrà eseguita sulle misure acquisite (2) Per il PM₁₀ si procederà al conteggio del numero di superamenti dei 50 ug/m³

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati prevista con la campagna di misura (ad esempio in una campagna di 15 giorni per le PM₁₀, dato che il tempo di campionamento è il giorno, dovranno essere acquisiti 15 dati) la stessa verrà prolungata di un periodo che permetta di raggiungere tale quantità. Le elaborazioni statistiche verranno effettuate su tali dati acquisiti anche se non conseguenti temporalmente.

Per quanto concerne i percentili k-esimi si procederà nel seguente modo: dato un numero N di campionamenti, ordinati i valori della concentrazione in modo crescente, si definisce k-esimo percentile C_k il valore di concentrazione che occupa il (k*N/100)esimo posto nella sequenza. C_k coincide con la concentrazione C_i che soddisfa le seguenti due condizioni:

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

Andranno pertanto calcolati almeno il 50°, 90°, 95° e il 98° percentile.

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 18 ore di rilevamento valide (nel senso del punto precedente)
- le eventuali 4 ore di rilevamento mancanti non sono consecutive per le elaborazioni delle medie mobili di CO e O3
- nella campagna non si verificano più di 2 giorni con 4 ore di rilevamento mancanti.

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

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperatura	°C
Pressione atmosferica	mBar
Umidità relativa	%
Radiazione solare globale	W/m2
Precipitazioni	mm

Tabella 3-2: Parametri meteorologici da monitorare

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

Per quanto riguarda il monitoraggio dei parametri meteorologici i requisiti di validità saranno meno stringenti e il giorno di rilevamento si intenderà completo se nella giornata saranno disponibili almeno il 75% dai dati, a meno di malfunzionamento dei sensori.

Nel caso in cui non si riesca ad acquisire la quantità di dati validi pari al 90% 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
 - il numero di dati validi e il rendimento percentuale
 - esiti delle tarature degli analizzatori
 - documentazione relativa gli standard utilizzati per la taratura
 - confronto fra i livelli misurati (dati orari e giornalieri) per i diversi inquinanti con i dati di traffico rilevati contemporaneamente in autostrada (sia in termini di flussi totali sia distinti per tipologia di veicolo);
 - 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 e dovranno riportare oltre ai valori medi orari, i massimi e minimi orari, il numero di conteggi orari

I dati verranno consegnati a frequenza trimestrale

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

L'ambito di riferimento di tali procedure è quello della verifica delle concentrazioni delle polveri sottili nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal DM n. 60 del 2/04/2002, del D. Lgs. 155 del 13.08.10 e dalle altre normative di settore.

La metodica di seguito descritta prevede la sostituzione automatica ogni 24 ore dei supporti di filtrazione per 15 giorni consecutivi. 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 nel DM 60/02. 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 è:

- 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.
- Pulizia regolare delle teste di prelievo (ugelli e impattori) al massimo ogni 7 giorni;
- Taratura del flusso di aspirazione a inizio e fine campagna;
- Annotazione sulla scheda di campo dei dati di inizio esposizione della membrana (volume iniziale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione iniziale.
- Nel caso in cui in sede di verifica di funzionamento della pompa di captazione si verificasse la necessità di rigenerare il gel di silice è necessario procedere nel seguente modo: spegnere la pompa di captazione, staccare i tubi di mandata dell'aria provenienti dalla testa di captazione e dalla pompa, svitare il coperchio della unità di deumidificazione dell'aria, svuotare il gel di silice esausto (colore rosa) in apposito contenitore, riempire l'unità di deumidificazione con gel di silice rigenerato (colore blu), avvitare il coperchio, riposizionare i tubi di mandata e avviare la pompa di captazione. Il tempo complessivo di esecuzione di queste operazioni è di pochi minuti e non è pertanto necessario prolungare oltre le 24 ore il tempo di prelievo della pompa.
- Nel caso in cui in sede di verifica di funzionamento della pompa aspirante si verificasse una riduzione dei valori di portata al di sotto di 38,3 l/min, si deve procedere a regolare di nuovo la portata al valore iniziale o, qualora ciò non fosse tecnicamente possibile, a effettuare il prelievo in due o al massimo tre periodi consecutivi.
- Annotazione sulla scheda di campo dei dati di fine esposizione della membrana (volume finale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione finale e delle eventuali anomalie riscontrate.
- Correlazione dei dati rilevati e campo anemologico (direzione e velocità) che verrà rilevato su base oraria.

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

La raccolta minima dei dati validi sarà pari al 90%: nel caso in cui non si riuscisse ad acquisire tale percentuale nell'arco della campagna di misura, la stessa verrà prolungata di un periodo tale da raggiungerla. A garanzia della buona riuscita della campagna si provvederà a richiedere al laboratorio accreditato il 40% in più dei filtri ordinari previsti, per tener conto non solo del danneggiamento accidentale dei filtri, ed in caso di necessità per garantire il raggiungimento del numero di giorni validi di misura.

La reportistica con le schede di rilievo che verrà consegnata trimestralmente con una relazione di commento dei dati dovrà riportare le seguenti informazioni:

- il numero di dati validi e il rendimento percentuale
- esiti delle tarature del flusso
- dati giornalieri e media periodo
- correlazione dei dati rilevati e campo anemologico;
- i dati in formato digitale riporteranno oltre ai valori medi orari, i massimi e minimi orari, il numero di conteggi orari.

Inoltre la consegna della reportistica di fine campagna relativa alla metodica verrà consegnata entro 60 giorni in assenza di determinazioni analitiche.

Metodica A2bis - Rilievo in continuo delle Polveri Sottili (PM10) con analizzatore

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

Le campagne di misura delle polveri sottili PM10 in continuo (metodica A2bis) vengono definite attraverso delle procedure di misura standardizzate che, in prossimità di sorgenti di emissione quali le attività di cantiere e/o viabilità di cantiere, permettono di monitorare il particolato disperso nei bassi strati dell'atmosfera.

L'ambito di riferimento di tali procedure è quello della verifica delle concentrazioni delle polveri sottili nell'aria al fine di valutare il rispetto degli standard di qualità indicati dal D.lgs. n. 155 del 13/08/2010, dal D.M. 33/2017 e dalle altre normative di settore.

La metodica prevede tramite l'impiego di misuratori ottici multicanale la determinazione in continuo delle polveri sottili (PM10)

Inoltre, a frequenza annuale si procederà alla taratura della strumentazione delle polveri in continuo con campionatore sequenziale gravimetrico per 5 giorni nel periodo invernale.

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

- Media giornaliera su 24 ore e media annuale e superamenti limiti normativi;
- Confronto fra livelli misurati e dati centraline Arpae in modo da valutare se valori anomali sono dovuti a livelli di fondo o contributi del cantiere.

Infine, verrà prevista la possibilità, in un'area riservata del sito web, di accedere ai dati in tempo reale da parte di ARPAE e/o Osservatorio.

3.3.2 Rumore

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

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti:

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

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

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

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

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

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

Per le postazioni corso d'opera è stata ipotizzata la ripetizione delle misure negli stessi punti e con le stesse metodiche previste per le postazioni ante operam delle aree dei cantieri principali e secondari, degli imbocchi di gallerie, delle cave e depositi.

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

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

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

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

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

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

R2 – misure di 24 ore con postazione semi-fissa

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

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

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A $L_{Aeq,1min}$;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (L_{A1max} , 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_{A1max} e L_{ASmax} superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore L_{AFmax} inferiore a 1 s.

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

Riconoscimento di componenti tonali

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

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

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

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

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

Operazioni di analisi

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

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

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

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

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

R3 – misure di 7 giorni con postazione fissa

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

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

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

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

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

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

Operazioni di analisi

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

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

R4 – verifica del limite differenziale in ambiente abitativo

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

Misurazione del rumore ambientale a finestre aperte

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

Misurazione del rumore ambientale a finestre chiuse

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

Misurazione del rumore residuo a finestre aperte

La misura deve essere effettuata a finestre completamente aperte. Il parametro acustico da determinarsi è livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LR,FA in assenza della

sorgente sonora disturbante. Il tempo di misura TM deve essere non inferiore a 5 minuti. Il rilievo deve essere effettuato con costante di tempo fast e ponderazione A.

Misurazione del rumore residuo a finestre chiuse

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

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

Riconoscimento di componenti impulsive

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

- ripetitività di n eventi impulsivi (n^3 10/ora di giorno e n^3 2/ora di notte);
- differenza tra LAImax e LASmax superiore a 6 dB;
- durata dell'evento a -10 dB dal valore LAFmax inferiore a 1 s.

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

Riconoscimento di componenti tonali

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

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

Operazioni di analisi

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

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

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

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

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

3.3.3 Vibrazioni

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

Le metodiche di monitoraggio utilizzate sono le seguenti:

Metodica V1 Misure di breve periodo finalizzate al disturbo;

Metodica V2 Misure di breve periodo finalizzate al danno.

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

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

V1 – valutazione del disturbo negli edifici

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

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

Le operazioni di monitoraggio avvengono esclusivamente in edifici sedi di attività umana. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi nei locali abitati in corrispondenza dei quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. 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, tramite cavo seriale RS-232, il record di misura è trasferito da analizzatore a computer e salvato come file NOISEWORK, con estensione *.NW, per essere analizzato in un secondo tempo.

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

Mascheramento

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

Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

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

del livello di accelerazione complessiva ponderata in frequenza (livello equivalente per le vibrazioni transitorie).

Verifica delle vibrazioni residue

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

Valutazione del disturbo

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

Operazioni di analisi (vibrazioni impulsive)

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

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

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

Filtraggio FFT

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

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

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

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

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

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

Ponderazione in frequenza e calcolo dell'accelerazione complessiva

Filtraggio del segnale mediante i filtri di ponderazione indicati dalla norma UNI 9614 tali da circoscrivere l'analisi all'interno del dominio di frequenza 1÷80 Hz. A riguardo, a titolo cautelativo, è preferibile optare

per i filtri di ponderazione previsti per la postura non nota o variabile (assi combinati). Determinazione del livello di accelerazione di picco ponderata in frequenza.

Valutazione del disturbo

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

V2 – valutazione del danno agli edifici

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

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

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

Misurazione delle vibrazioni residue

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

Misurazione delle vibrazioni oggetto dell'indagine

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Operazioni di analisi

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

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

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

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

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

L'analisi consiste nelle seguenti fasi:

Filtraggio

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

Verifica delle vibrazioni residue

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

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

Nella fase di monitoraggio ante operam verrà effettuato un numero di campagne di misura tali da fornire una caratterizzazione significativa dello stato quali-quantitativo dei corsi d'acqua potenzialmente interessati dalle lavorazioni, con le relative fluttuazioni stagionali. Nella fase di corso d'opera le campagne di misura verranno eseguite con una frequenza maggiore a quella 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 – batteriologici e biologiche;

Le indagini non saranno eseguite possibilmente quando i corpi idrici si troveranno in regime di magra o piena, in quanto ciò potrebbe influire sull'attendibilità degli esiti analitici.

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 sottoindicata.

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

Norme ISO

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

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

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

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

ISO/TC 147 (Water quality);

ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

Parametri chimico-fisici

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

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

Nelle acque superficiali il pH è caratterizzato da variazioni giornaliere e stagionali, ma anche dal rilascio di scarichi di sostanze acide e/o basiche; la conducibilità elettrica specifica esprime il contenuto di sali

disciolti ed è strettamente correlata al grado di mineralizzazione e quindi della solubilità delle rocce a contatto con le acque; brusche variazioni di conducibilità possono evidenziare la presenza di inquinamenti. La concentrazione dell'ossigeno disciolto dipende da diversi fattori naturali, tra i quali la pressione parziale in atmosfera, la temperatura, la salinità, l'azione fotosintetica, le condizioni cinetiche di deflusso. Brusche variazioni di ossigeno disciolto possono essere correlate a scarichi civili, industriali e agricoli. Una carenza di ossigeno indica la presenza di quantità di sostanza organica o di sostanze inorganiche riducenti. La solubilità dell'ossigeno è in funzione della temperatura e della pressione barometrica; pertanto, i risultati analitici devono essere riferiti al valore di saturazione caratteristico delle condizioni effettive registrate al momento del prelievo. La presenza di organismi fotosintetici: (alghe, periphyton e macrofite acquatiche) influenza il valore di saturazione di ossigeno, comportando potenziali condizioni di ipersaturazione nelle ore diurne e di debito di ossigeno in quelle notturne. I solidi in sospensione totali sono indicativi, in associazione con la torbidità rilevata strumentalmente, 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 hanno 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. Scopo del Piano di monitoraggio della componente idrica superficiale è l'analisi di parametri che usualmente risentono in maniera maggiore delle opere di cantierizzazione. I parametri previsti sono infatti tipicamente legati ai fenomeni di inquinamento da traffico veicolare, fra cui i metalli pesanti e 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
- Alluminio
- Cadmio
- Cromo totale
- Cromo VI
- Ferro
- Manganese
- Mercurio
- Nichel
- Piombo
- Zinco
- Cloruri
- Solfati
- Calcio
- BOD5
- Escherichia coli
- Nitrati
- Nitriti
- Ammoniaca
- Tensioattivi totali
- Fosforo totale

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, tensioattivi e BOD5 è direttamente riferibile ad inquinamento di tipo antropico e domestico (scarichi civili, presenza di campi cantiere).

Le unità di misura dei vari parametri rilevati verranno fornite conformemente alla metodica utilizzata e secondo quanto riportato sul relativo rapporto di prova.

3.3.5 Acque sotterranee

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

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

Tali controlli consistranno in indagini del seguente tipo:

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

Indagini quantitative

Verrà rilevato il seguente parametro:

- Livello piezometrico su pozzi o 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 sottterraneo 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 sottoindicata.

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
- C.O.D.
- Idrocarburi totali
- Alluminio
- Cromo totale
- Cromo VI
- Ferro
- Manganese
- Nichel
- Piombo

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, contatto con i materiali di rivestimento, scavi approfonditi fino a livello della falda) 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 sono numerose e possono verificarsi in caso di interferenza diretta tra corpi idrici, e nel caso di circuiti idrogeologici brevi e superficiali; effetti di questo tipo sono quindi prospettabili per le captazioni poste a valle delle opere.

Le unità di misura dei vari parametri rilevati verranno fornite conformemente alla metodica utilizzata e secondo quanto riportato sul relativo rapporto di prova.

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	33 mesi	12 mesi

Tabella 4-3: 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 **57 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 e il tipo di lavorazioni previste per la cantierizzazione e la realizzazione del progetto, quali la realizzazione di rilevati, il deposito temporaneo di materiale, lo scavo e l'infissione di pali, oltre al passaggio di mezzi pesanti lungo la viabilità di servizio e di cantiere, risulta particolarmente sensibile e vulnerabile il settore ambientale più strettamente legato alla sfera antropica, in particolare la **qualità dell'aria e il clima acustico e vibrazionale**, quest'ultimo inteso sia come disturbo alle persone, sia come danno alle strutture. E' stata quindi definita e strutturata una rete di monitoraggio ambientale dedicata ai suddetti aspetti e suddivisa nelle seguenti componenti ambientali: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni.

4.1.1 Atmosfera

Le misure di ante, corso e post operam verranno svolte in corrispondenza dei punti localizzati nella tavola allegata ed elencati nella tabella n. 4, con le metodiche di riferimento e con frequenza trimestrale per le metodiche A1 e A2 ed in continuo per la metodica A2bis.

In particolare, i valori rilevati dai mezzi mobili verranno elaborati da un file excel che, dopo avere epurato la base dati da quelli riconosciuti non validi, eseguirà una verifica della "performance" del sistema di monitoraggio calcolando il rapporto tra dati validi e i dati attesi e tra i dati validi e i dati rilevati.

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

I parametri statistici elaborati sono:

- per CO, NO, NO2, NOx, C6H6:
 1. il valore medio e il valore massimo orario rilevato sul periodo della campagna;
 2. il minimo ed il massimo dei valori massimi giornalieri;
 3. il minimo ed il massimo dei valori medi giornalieri;
 4. il minimo ed il massimo dei valori minimi giornalieri;
 5. media giornaliera, media oraria
- per il monossido di carbonio CO:

1. la media massima su 8h consecutive (come indicata dal D.M.A. n. 60/2002);
- per il monossido di carbonio O3:
 1. la media massima su 8h consecutive;
 2. il numero di superamenti della soglia di informazione ed allarme (DL 183/2004);
 3. media giornaliera, media annuale, media periodo campagna
 - per il biossido di Azoto NO2:
 1. il numero di superamenti del limite normativo orario +tolleranza;
 - per la frazione inalabile delle polveri PM10, PM2.5:
 1. il valore medio rilevato nel periodo;
 2. media giornaliera, media annuale su 24h
 3. il valore massimo della media giornaliera 24 ore;
 4. il numero di superamenti del limite normativo giornaliero;
 - per il benzene C6H6:
 1. il valore medio rilevato nel periodo;
 2. il valore massimo della media giornaliera 24 ore.

Per la temperatura:

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

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

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

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

Anche per quanto riguarda le misure ante operam finalizzate alla definizione degli impatti prodotti dall'infrastruttura stradale il monitoraggio dovrà essere svolto prima dell'inizio dei lavori. Inoltre, il sito di monitoraggio della qualità dell'aria con mezzo mobile strumentato (A14-LS-CA-A1-01) è stato riposizionato, come richiesto da ARPAE, in direzione Sud nei pressi della rotatoria; durante la fase Ante Operam si valuterà la fattibilità tecnica della nuova posizione.

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

Nel presente Piano si è optato per la scelta delle metodiche A2 ed A2bis 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. Infatti, dal SIA si evince che le concentrazioni di PM10 simulate sono di un ordine di grandezza inferiori ai limiti (sia per quanto riguarda il massimo giornaliero che per quanto riguarda la media annua). Le concentrazioni più elevate sono localizzate nelle aree immediatamente adiacenti alle zone di lavorazione. Il monitoraggio verrà eseguito in AO con la metodica A2 (rilievi per campagna), mentre con l'avvio del corso d'opera, presso i due siti presenti nel PMA, verranno installate delle centraline in continuo in modo da rilevare i dati delle polveri sottili

(PM10) con l'acquisizione dei dati "real time" all'interno del sistema informativo ambientale/sito web, al quale potranno accedere gli Enti di Controllo e/o l'Osservatorio Ambientale.

Il sito finalizzato al monitoraggio delle polveri sottili (A14-LS-BO-A2-03) è stato spostato (da OVEST verso EST) in prossimità del sito di rumore A14-LS-BO-R3-06 e pertanto più vicino all'area di cantiere. Inoltre, è stata inserita in fase AO una campagna integrativa per verificare i livelli di inquinamento durante la fase di preparazione e sistemazione delle aree di cantiere (scotico e movimentazione terre)

Il monitoraggio ante operam e post operam, finalizzato sia alla valutazione dell'impatto del traffico stradale sulle nuove infrastrutture, avverrà con metodica A1 (mezzi mobili) con durata dei rilievi che sarà di 28 giorni nel periodo invernale ed autunnale e di 21 giorni nei periodi estivi e primaverili. Inoltre come richiesto da ARPAE il monitoraggio con mezzo mobile strumentato verrà eseguito anche in Corso d'Opera.

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

Ubicazione delle stazioni di misura

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

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

Esempio di codice completo: **A14-LS-BO-A1-01**

A14 = A14 – Autostrada interessata dall'intervento

LS = Opera di adduzione- Lungo Savena

BO = codice del comune di appartenenza;

BO = Bologna;

CA = castenaso;

A1 = Metodica di Monitoraggio

A1 = Misura della qualità dell'aria per 21/28 giorni con mezzo mobile strumentato (ante operam, corso d'opera, post operam);

A2 = Misura delle polveri sottili (PM10) per 28 giorni con campionatore sequenziale (ante operam);

A2bis = Misura in continuo delle polveri sottili (PM10) con analizzatore ottico multicanale (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	A3	A1	A2bis	A3	A1	A3	
A14-LS-BO-A1-01	Esercizio	4			11	-		4		Sito rilocalizzato in base alle indicazioni di Arpae

A14-LS-BO-A2b-02	Cantiere		5		-	11*				Si ipotizza un corso d'opera di 33 mesi. Rilievi in continuo con restituzione dati trimestrali. Prevista campagna integrativa durante preparazione cantiere
A14-LS-BO-A2b-03	Cantiere		5		-	11*				Si ipotizza un corso d'opera di 33 mesi. Rilievi in continuo con restituzione dati trimestrali. Sito rilocalizzato in base alle indicazioni di Arpae. Prevista campagna integrativa durante preparazione cantiere
TOTALE		4	10	-	12	22	-	4	-	

Tabella 4-4: Piano delle misure da effettuare – Componente Atmosfera

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

4.1.2 Rumore

Fasi del monitoraggio

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

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

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

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

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

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

Pertanto, i rilievi eseguiti in fase PO verranno utilizzati per aggiornare il modello di simulazione previsionale, effettuando una nuova simulazione acustica tarata con i livelli equivalenti misurati in post opera ed i dati di traffico effettivamente rilevati durante le misure. Inoltre, i rilievi acustici in fase di esercizio verranno integrati con misure finalizzati a tarare il modello previsionale che tengano conto delle seguenti indicazioni:

- le postazioni di misura dovranno essere collocate sia in prossimità dell'infrastruttura stradale (sorgente orientate), allo scopo di effettuare la caratterizzazione acustica della sorgente come dato di input da inserire nel modello (potenza sonora da attribuire alla infrastruttura stradale), sia in corrispondenza dei recettori (recettore orientate), al fine di calibrare il modello di calcolo previsionale in fase di elaborazione, permettendo la regolazione dei parametri che intervengono sulla propagazione del suono e di verificare in corrispondenza di punti di controllo la correttezza dei livelli sonori stimati;
- dovranno essere intensificati i rilievi nelle aree dove i livelli simulati sui ricettori risultano poco sotto il limite;
- dovranno essere verificate le performance dei presidi di mitigazione posti in essere, con tecniche di misura "ad hoc".

Inoltre verrà inserito un punto di monitoraggio per la fase di esercizio di tipo "sorgente orientato", ovvero posizionato in prossimità dell'infrastruttura stradale in un tratto privo di barriere acustiche, allo scopo di effettuare la caratterizzazione acustica della sorgente come dato di input da inserire nel modello di simulazione, come richiesto dalla prescrizione n. 48 della Delibera di Giunta Regionale n. 1074 del 09/07/2018.

Le misure verranno eseguite nella fase di ante operam in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicate nella tabella 5 con le modalità indicate nelle metodiche di riferimento. L'esatta ubicazione dei punti di misura, nella fase di corso d'opera, verrà verificata al momento delle redazioni delle valutazioni di impatto acustico in modo da valutare se il ricettore individuato sia effettivamente quello soggetto agli impatti maggiori. Il sito finalizzato al monitoraggio acustico del cantiere (A14-LS-BO-R2-02, A14-LS-BO-R4-02) è stato spostato (da OVEST verso EST) in prossimità del sito di rumore A14-LS-BO-R3-06 e pertanto più vicino all'area di cantiere. Inoltre, è stato inserito un sito integrativo (A14-LS-BO-R2-07, A14-LS-BO-R4-07) in corrispondenza del ricettore più vicino al viadotto.

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

Le misure sono previste in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati in tabella 4.5.

Per ciò che riguarda le postazioni (cantieri principali e secondari, imbocchi di gallerie) le misure verranno ripetute, in condizioni standard, ogni 3 mesi.

La campagna di monitoraggio post operam è stata programmata nel primo anno di esercizio dell'opera in progetto. L'attività di monitoraggio post operam verrà avviata non prima di tre mesi dall'apertura del tratto stradale, al fine di valutare l'impatto quando il traffico si sia il più possibile stabilizzato

Per il monitoraggio post operam sono stati inseriti n. 2 nuovi ricettori integrativi in corrispondenza:

- un ricettore compreso nel gruppo 85 - 88;
- un ricettore compreso nel gruppo 79 - 81;

Contestualmente alle misure acustiche, andrà previsto anche il rilievo del numero di transiti di mezzi sul tratto di infrastruttura monitorata.

Le misure verranno eseguite una volta e in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e indicati nella tabella 4.5.

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: **A14-LS-BO-R2-01**

A14 = A14 – Autostrada interessata dall'intervento

LS = Opera di adduzione- lungo Savena

BO = codice del comune di appartenenza;

BO = Bologna;

CA = castenaso;

R2 = Metodica di Monitoraggio

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

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

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

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	R4bis	
A14-LS-CA-R2-01	Cantiere	1			11				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 33 mesi
A14-LS-CA-R4-01	Cantiere			1		11			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 33 mesi
A14-LS-BO-R2-02	Cantiere	1			11				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 33 mesi Sito rilocalizzato in base alle indicazioni di Arpae
A14-LS-BO--R4-02	Cantiere			1		11			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 33 mesi Sito rilocalizzato in base alle indicazioni di Arpae
A14-LS-BO-R2-03	Cantiere	1			11				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 33 mesi
A14-LS-BO--R4-03	Cantiere			1		11			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 33 mesi
A14-LS-BO-R3-04	Esercizio		1				1		
A14-LS-BO-R3-05	Esercizio		1				1		
A14-LS-BO-R3-06	Esercizio		1				1		
A14-LS-BO-R2-07	Cantiere	1			11				Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 33 mesi Sito integrativo richiesto da Arpae
A14-LS-BO-R4-07	Cantiere			1		11			Ogni 3 mesi per un corso d'opera di 33 mesi Sito integrativo richiesto da Arpae

IDENTIFICAZIONE DEL RICETTORE		N° APPLICAZIONE METODICHE DI MONITORAGGIO							Note
		Ante Operam			Corso d'Opera		Post Operam		
Codice	Descrizione	R2	R3	R4	R2	R4	R3	R4bis	
A14-LS-BO-R3-08	Esercizio		1				1		Sito integrativo richiesto da Arpae
A14-LS-BO-R3-09	Esercizio		1				1		Sito integrativo richiesto da Arpae
TOTALE		4	5	4	44	44	5	-	

Tabella 4-5: piano delle misure da effettuare – componente Rumore

4.1.3 Vibrazioni

Fasi del monitoraggio

Le campagne di monitoraggio ante operam in prossimità delle aree di cantiere, della viabilità di servizio di futura realizzazione o esistente, devono essere svolte preventivamente alla installazione dei cantieri e allo svolgimento di attività dalle quali possono derivare emissioni significative di vibrazione, al fine di acquisire lo stato ambientale in condizioni indisturbate.

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

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

Le attività di monitoraggio in corrispondenza dei ricettori impattati dal traffico di servizio saranno avviate quando i cantieri sono in esercizio e in condizioni di normale attività; è quindi importante che vi sia una stretta collaborazione con i responsabili di cantiere al fine di definire la programmazione esecutiva delle misure. In particolare, i rilievi vibrometrici di corso d'opera sono finalizzati ad individuare l'impatto dei cantieri, dei fronti di avanzamento lavori e delle viabilità di servizio individuando i ricettori più vicini alla sorgente di vibrazione ed esposti a livelli rilevanti come indicato nello Studio di Impatto Ambientale. In tale studio si evidenzia che i cantieri fissi non determinano impatti mentre vengono individuati una serie di abitazioni dove i fronti di avanzamento possono determinare livelli tali da arrecare disturbo ai residenti.

Le misure verranno eseguite in corrispondenza dei punti localizzati nelle tavole allegate e riportati in tabella 8.

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

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

Monitoraggio post operam

Le vibrazioni dovute al traffico autoveicolare non determinano, se lo strato d'usura della pavimentazione stradale è priva di discontinuità, problemi di disturbo sugli edifici prossimi alla sede stradale, pertanto, non sono previsti rilievi nella fase di post operam

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

Esempio di codice completo: **A14-LS-BO-V1-01**

A14 = A14 – Autostrada interessata dall'intervento

LS = Opera di adduzione- lungo Savena

BO = codice del comune di appartenenza;

BO = Bologna;

CA = castenaso;

V1 = Metodica di Monitoraggio

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

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

01 = numero progressivo del punto di monitoraggio.

IDENTIFICAZIONE RICETTORE		IDENTIFICAZIONE RICETTORE						NOTE
Codice	Codice	Ante Operam		Corso d'Opera		Post Operam		
		V1	V2	V1	V2	V1	V2	
A14-LS-BO-V1-01	Fronte Avanzamento	1	-	11	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 33 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A14-LS-BO-V2-01	Fronte Avanzamento	-	-	-	11	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 33 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A14-LS-CA-V1-02	Fronte Avanzamento	1	-	11	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 33 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A14-LS-CA-V2-02	Fronte Avanzamento	-	-	-	11	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 33 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A14-LS-BO-V1-03	Fronte Avanzamento	1	-	11	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 33 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A14-LS-BO-V2-03	Fronte Avanzamento	-	-	-	11	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 33 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.

A14-LS-BO-V1-04	Fronte Avanzamento	1	-	11	-	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 33 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
A14-LS-BO-V2-04	Fronte Avanzamento	-	-	-	11	-	-	Si ipotizza un corso d'opera di 33 mesi. Ogni 3 mesi in corso d'opera.
TOTALE	TOTALE	4	-	44	44	-	-	

Tabella 4-6: Piano delle misure da effettuare – componente Vibrazioni

4.2 COMPONENTE IDRICA

Gli interventi previsti in corrispondenza di ponti, viadotti e attraversamenti fluviali, con la realizzazione di opere in alveo, quali sistemazioni spondali, guadi provvisori, richiedono una particolare attenzione al controllo e al monitoraggio dei corsi d'acqua, con particolare attenzione agli aspetti di qualità delle acque e degli ecosistemi fluviali. All'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale è stata quindi prevista la componente ambientale legata a tali aspetti, denominata nel seguito Acque Superficiali.

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

Il monitoraggio dell'ambiente idrico verrà integrato dal monitoraggio dei parametri meteorologici, necessari per le elaborazioni e le interpretazioni dell'andamento idrologico e climatico-stagionale dei parametri indagati.

4.2.1 Acque superficiali

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

Il corpo idrico superficiale interessato dall'intervento del II Lotto Lungo Savena è un canale di bonifica, lo Scolo Zenetta di Quarto che si diparte dal Canale Savena Abbandonato; il presente corso d'acqua, considerato significativo ai sensi della definizione del D. Lgs. 155/99, presenta uno stato ambientale riferito al biennio 2001-2002 definito "scadente". Il corso d'acqua Zanetta di Quarto nel tratto oggetto di monitoraggio è di fatto uno scolo fognario, fortemente modificato dall'interferenza fognaria; pertanto, l'esito del monitoraggio terrà in considerazione tale situazione.

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

Codice completo: **A14-LS-CA-SU-ZQ-01**

A14 = A14 – Autostrada interessata dall'intervento

LS = Opera di adduzione- lungo Savena

CA = codice del comune di appartenenza;

BO = Bologna;

CA = Castenaso;

SU = componente ambientale (SU: Acque superficiali);

ZQ = individuazione punto di misura: "Fiume Reno"

ZQ = Scolo Zenetta di Quarto;

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

La tabella 9 riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune.

Stazione	Denominazione	Comune
A14-LS-BO-SU-ZQ-01	Scolo Zenetta di Quarto Villa Silvani	Castenaso
A14-LS-CA-SU-ZQ-02	Scolo Zenetta di Quarto Villanova	Castenaso

Tabella 7: Elenco stazioni di monitoraggio

I parametri di misura comprendono un set standard (A1+A2) contenente le indagini quantitative e i parametri chimico fisici, un set contenente parametri chimici specialistici (A3), un set riguardante i parametri microbiologici (A4). In tabella 10 si riporta il dettaglio dei parametri contenuti nei vari set:

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
A1	Q – Misura correntometrica della portata Parametri Idrologico – Idraulici
A2	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica O.D. – Ossigeno Disciolto SST – Solidi Sospesi Totali TORB - Torbidità
A3	C.O.D. Idrocarburi totali Alluminio Cadmio Cromo totale Cromo VI Ferro Manganese Mercurio Nichel Piombo Zinco Cloruri

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
	Solfati Calcio
A4	BOD5 Escherichia coli Nitrati Nitriti Ammoniaca Tensioattivi totali Fosforo totale

Tabella 8: Parametri di monitoraggio

SET A1 – A2

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

SET A3 – A4

I parametri dei set A3 e A4 daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo e la carica batteriologica di "bianco" dei corsi d'acqua.

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

Stazione	Denominazione	Set di Misure
A14-LS-BO-SU-ZQ-01	Scolo Zenetta di Quarto Villa Silvani	A1+A2+A3+A4
A14-LS-CA-SU-ZQ-02	Scolo Zenetta di Quarto Villanova	A1+A2+A3+A4

Tabella 9: Indagini suddivise per set di parametri funzionali

Nella fase di monitoraggio ante operam e post 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 frequenza maggiore rispetto alla fase precedente, in modo da poter evidenziare eventuali modifiche ed alterazioni, con particolare riferimento alle sezioni ove non è presente il monitoraggio in continuo.

Set di misura	Ante Operam	Corso d'opera	Post Operam
A1, A2, A3, A4	Trimestrale	Trimestrale	Trimestrale

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

4.2.2 Acque sotterranee

Nell'area interessata dal progetto sono stati individuati complessi acquiferi costituiti da depositi alluvionali in cui si alternano sedimenti grossolani e fini; in ciascun complesso i depositi più fini si concentrano nella porzione inferiore, mentre nella parte alta prevalgono le litologie più grossolane dove troviamo grandi spessori di ghiaie amalgamate che costituiscono estesi corpi tabulari, corrispondenti ad ampie conoidi alluvionali sepolte.

Viste le caratteristiche idrogeologiche dell'area (maggiori dettagli sono reperibili nella relazione di inquadramento idrogeologico rif. GEO0005) e considerate le opere in progetto, gli interventi da realizzare comporteranno in generale impatti di intensità trascurabile che si determineranno principalmente in fase di cantierizzazione e saranno legati alla preparazione delle aree di cantiere, del nuovo sedime stradale ed alla realizzazione delle opere di ampliamento e complementari ad esso. In questo contesto, gli impatti che interverranno sul sistema geologico, idrico e idrogeologico, saranno sostanzialmente derivati dalla modificazione dei suoli coinvolti (scotico, compattazione, spostamento e movimentazione, ecc.) e la potenziale interferenza di sostanze pericolose derivanti dai mezzi di cantiere e dalle lavorazioni, che dovessero in qualche modo percolare attraverso i terreni fino alla falda superficiale o entrare in contatto con la rete idrografica superficiale, determinando quindi situazioni di inquinamento nei confronti della matrice coinvolta. Gli impatti che invece derivano dalle forme di utilizzazione della rete viaria ampliata, saranno sostanzialmente relativi al transito dei veicoli.

La possibilità di inquinamento delle acque profonde appare di natura trascurabile in relazione ai presidi previsti e alle tecniche di lavorazione previste.

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, dalla vulnerabilità della falda. È stato infine considerato, ove possibile di monitorare captazioni che, secondo la piezometria e il gradiente piezometrico, sono ubicate a monte e a valle dell'intervento.

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

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

Codice completo: **A14-LS-BO-SO-PZ-01M**

A14 = A14 – Autostrada interessata dall'intervento

LS = Opera di adduzione- lungo Savena

CA = codice del comune di appartenenza;

BO = Bologna;

CA = Castenaso;

SO = componente ambientale (SO: Acque sotterranee);

PP = Tipologia punto di misura (PP pozzo privato)

PP = Pozzo privato;

PC = Pozzo comunale;

PZ = Piezometro

01M = numero progressivo del punto di monitoraggio (M monte, V valle)

La tabella 13 riporta l'elenco delle stazioni di misura, con relativa codifica e comune. In particolare, poiché sono previste determinazioni sia quantitative che qualitative della risorsa, i punti di monitoraggio sono stati rilocalizzati in prossimità delle aree in cui si svolgono le lavorazioni più impattanti per la matrice, ossia, nel caso specifico, le aree di supporto e il cantiere di realizzazione del viadotto, sempre mantenendo una distribuzione che consenta il confronto tra il monte e il valle idrogeologico dell'attività monitorata. A seguito degli esiti dei monitoraggi si valuterà, di concerto con RER ed ARPAE, la possibilità di definire ulteriori punti di controllo.

Stazione	Denominazione	Comune
A14-LS-BO-SO-PZ-01M	Piezometro monte intervento	Bologna
A14-LS-BO-SO-PZ-02V	Piezometro valle intervento	Bologna

Tabella 11: Elenco stazioni di monitoraggio

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

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
B1	LP – livello piezometrico
B2	T – Temperatura acqua PH – Concentrazione ioni idrogeno COND – Conducibilità elettrica specifica
B3	Bicarbonato Calcio Sodio Magnesio Potassio Solfati Cloruri Alluminio Cromo totale Cromo VI Ferro Manganese

CODICE SET FUNZIONALE	CODICE E DEFINIZIONE PARAMETRI DI MONITORAGGIO
	Nichel Piombo Idrocarburi Totali

Tabella 12: Parametri di monitoraggio

SET B1 – B2

I parametri chimico fisici (set B2) potranno fornire una caratterizzazione generale sullo stato di qualità delle acque di falda in relazione alle problematiche di interferenza con le opere autostradali in costruzione. Ove possibile (pozzi privati a sfruttamento irriguo o domestico verrà misurato il livello piezometrico statico (set B1)

SET B3

Il set B3 è finalizzato ad una caratterizzazione geochimica delle acque di falda ed alla valutazione delle eventuali problematiche di interferenza qualitativa tra acquifero ed opere in sottterraneo sia in fase di cantierizzazione (scavi, sversamenti accidentali, esecuzione di fondazioni, ecc...) sia in fase di esercizio (contatto con i materiali di rivestimento, dilavamento conglomerato cementizio...); fornirà inoltre una caratterizzazione di massima della circolazione idrica sotterranea.

Stazione	Denominazione	Set di misure
A14-LS-BO-SO-PZ-01M	Piezometro monte intervento	B1(LP)+B2+B3
A14-LS-BO-SO-PZ-02V	Piezometro valle intervento	B1(LP)+B2+B3

Tabella 13: Indagini suddivise per set di parametri funzionali

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

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

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

5 ASPETTI ORGANIZZATIVI

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

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

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

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

5.1 STRUTTURA OPERATIVA

La struttura operativa dedicata all'esecuzione del monitoraggio si baserà su una organizzazione finalizzata alla garanzia dei risultati nell'esecuzione delle misure ed alla possibilità di gestire, analizzare ed 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.

Uno strumento operativo essenziale di tale organizzazione è costituito dal Sistema Informativo del Monitoraggio (SIM), attraverso il quale vengono unificati gli standard di input e output delle informazioni

e vengono messi in relazione i dati acquisiti nei diversi settori di monitoraggio. L'adozione di un sistema GIS ad esso collegato consente, inoltre, di rappresentare geograficamente i punti di misura sperimentali e le successive elaborazioni.

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

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

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

Periodicamente, con frequenza da definire, saranno forniti i dati grezzi rilevati e relazioni tecniche riepilogative delle attività di monitoraggio, contenenti anche le elaborazioni e l'analisi dei dati, con le valutazioni circa le tendenze evolutive dei diversi parametri ambientali.

5.2 DEFINIZIONE SOGLIE MONITORAGGIO AMBIENTALE

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

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

In generale nella gestione delle anomalie e delle criticità è necessaria un'accurata valutazione dei dati acquisiti nella fase ante operam e delle eventuali cause esterne alle lavorazioni autostradali. Specifiche valutazioni devono essere effettuate nelle situazioni in cui si registrano valori di ante operam già prossimi ai valori di soglia o addirittura superiori, al fine di individuare le giuste procedure ed i criteri che consentano di coniugare gli obiettivi di tutela ambientale con la realizzazione delle opere secondo i tempi e le modalità previste.

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

Definizione delle soglie tramite il criterio C1

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

Definizione delle soglie tramite criteri C2 e C3

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

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

5.3 PROCEDURE DI PREVENZIONE DELLA CRITICITÀ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6 SISTEMA INFORMATIVO

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

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

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

§ **ATMOSFERA**

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

§ **RUMORE**

- Ø Misure strumentali con operatore

§ **VIBRAZIONI**

- Ø Misure strumentali con operatore

§ **ACQUE SUPERFICIALI**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

§ **ACQUE SOTTERRANEE**

- Ø Campagne di misura e rilievo in situ

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

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

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

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

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

I motori saranno dedicati a:

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

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

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

Il SIGMA si baserà su quattro componenti funzionali:

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

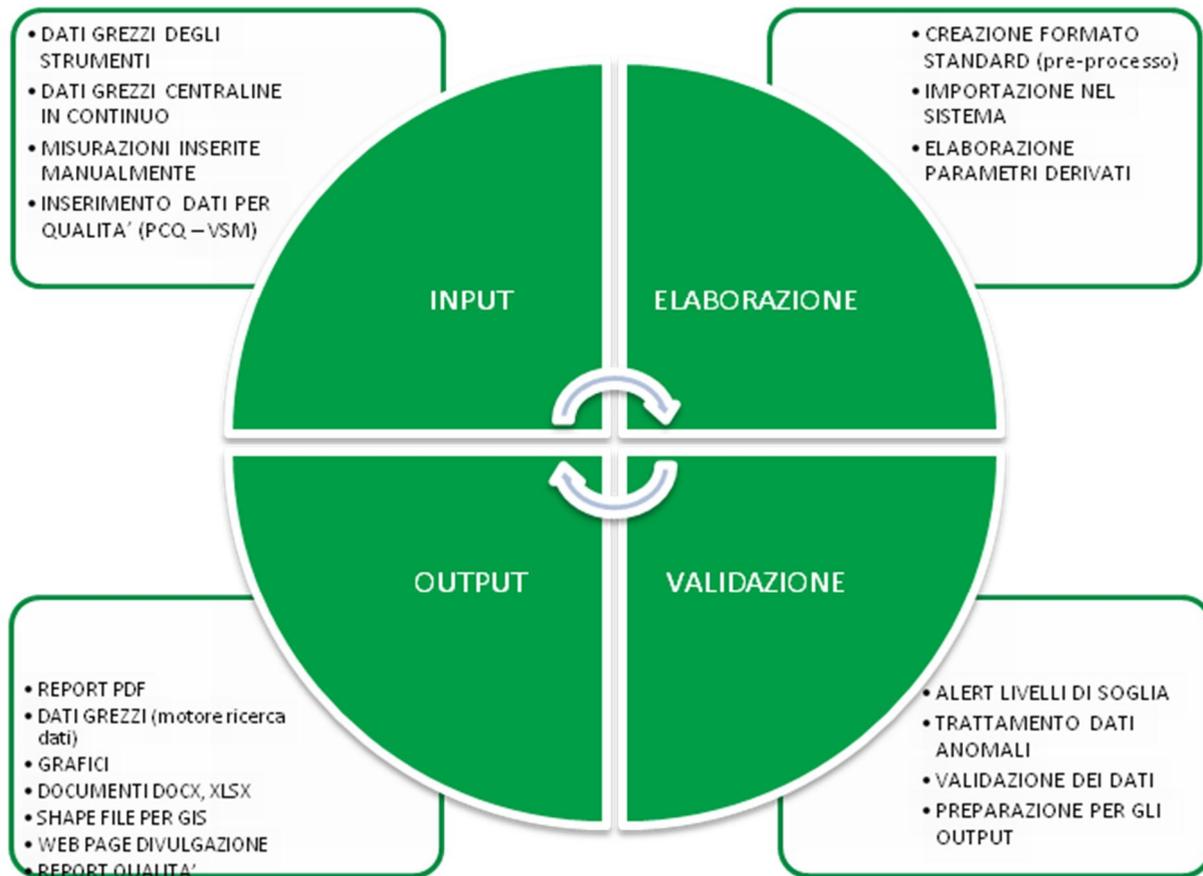


Figura 2: Componenti del SIGMA

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

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

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

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

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

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

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

6.1 SITO WEB DI CONSULTAZIONE PUBBLICA

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

I dati delle campagne di monitoraggio saranno resi disponibili sulla piattaforma web con frequenza trimestrale in modo da seguire la stagionalità dei dati rilevati (la maggior parte dei rilievi vengono eseguiti con frequenza trimestrale)

Il nuovo sito disporrà di una sezione dedicata al pubblico ove saranno presentati i risultati delle attività di monitoraggio in forma sintetica ed una sezione riservata in cui gli Enti di Controllo potranno visualizzare e scaricare tutti i dati rilevati. Nell'area riservata sarà garantito agli Enti di Controllo l'accesso ai dati delle polveri in continuo in tempo reale

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

Nell'area riservata, a cui si accederà con password, saranno inseriti tutti i dati del monitoraggio a frequenza trimestrale, il calendario mensile dei rilievi (consultabile dagli Enti con congruo anticipo (30 giorni)) e l'eventuale documentazione richiesta dagli Enti. I dati dei rilievi (per singolo punto di misura e/o confrontando più siti) potranno essere visualizzati con idonei grafici e/o esportati in formato editabile (l'esportazione dei dati sarà consentita solo per gli utenti dell'area riservata). Oltre alle opzioni più spiccatamente grafiche e stilistiche, il sito sarà dotato di un sistema di interrogazione del database che per mezzo di "query" logiche e grafiche, consentirà l'accesso ad una sintesi dei dati del monitoraggio.

Nella sezione "Risultati del monitoraggio", aggiornata insieme alle relazioni periodiche sul monitoraggio ambientale, si potranno ricercare i siti di misura per componente ambientale; per ogni sito/strumento saranno presenti, oltre a una descrizione monografica, lo storico di tutti gli aggiornamenti periodici pubblicati, e l'ultimo aggiornamento corredato di grafici.