

S.S. 67 "Tosco–Romagnola"
Lavori di adeguamento del ponte sui fiumi Uniti
(Cod. SIL NEMSB001419)

PROGETTO ESECUTIVO – 2° STRALCIO FUNZIONALE

IL PROGETTISTA:

Ing. Lucio Zollet
Ordine Ingegneri Prov. di Belluno n° A138

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Zollet Ingegneria Srl

IL GEOLOGO:

Geol. David. Pomarè
Ordine Geologi Regione Veneto n° 833

IL COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Massimo Zanchettin
Ordine Ingegneri Prov. di Treviso n° A1339

VISTO DA ANAS:

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Annalisa Lamberti

IL DIRETTORE ESECUZIONE DEL CONTRATTO:

Ing. Francesco Grimaldi

UFFICIO PROGETTAZIONE ANAS ST ER:

Ing. Daniela Salucci

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Relazione piano di monitoraggio

CODICE INTERVENTO

NOME FILE
T02SI00SICRE01A.doc

REVISIONE

SCALA

B08286

CODICE
ELAB. T02SI00SICRE02

B

–

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	EMISSIONE A SEGUITO RAPPORTO DI ISPEZIONE	Marzo 2023	C. Dal Zotto	M. Zanchettin	L. Zollet
A	EMISSIONE	Ottobre 2022	C. Dal Zotto	M. Zanchettin	M. Zanchettin



Comune di RAVENNA (RA)

PROGETTO ESECUTIVO – 2° STRALCIO FUNZIONALE

Lavori di adeguamento del ponte sui fiumi Uniti

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

INDICE

1	PREMESSA	5
2	SINTESI DEL PROGETTO	7
2.1	OBIETTIVI DELL'INTERVENTO	7
2.2	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INFRASTRUTTURA IN PROGETTO	8
2.2.1	Evoluzione del progetto	8
2.2.2	Allargamento stradale	12
2.2.3	Opere d'arte maggiori	13
2.2.4	Impianti e sistema di esazione	16
3	SCOPI E CARATTERISTICHE GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE	19
3.1	OBIETTIVI	19
3.2	REQUISITI DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO	19
3.3	METODI, CRITERI ED INDICATORI	20
4	SCELTA DELLE COMPONENTI AMBIENTALI	21
5	ATMOSFERA: QUALITÀ DELL'ARIA	22
5.1	PREMESSA	22
5.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	23
5.2.1	Limiti di concentrazione nella normativa in vigore	23
5.3	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	26
5.3.1	Studi pregressi	26
5.3.2	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	27
5.3.3	METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE	27
5.3.4	TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO	31
5.4	GESTIONE DELLE ANOMALIE	34
5.4.1	Azioni correttive	34
6	RUMORE	35
6.1	PREMESSA	35
6.2	STUDI PREGRESSI	35
6.3	RIFERIMENTI NORMATIVI	36
6.3.1	NORMATIVA COMUNITARIA	36
6.3.2	NORMATIVA NAZIONALE	36

6.3.3	Normativa regionale	38
6.4	STRUTTURA DELLA RETE DI MONITORAGGIO	38
6.4.1	Criteri di scelta dei punti di monitoraggio	38
6.4.2	Parametri acustici rilevati	39
6.4.3	Metodiche per l'effettuazione delle misure	42
6.5	LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	43
6.6	GESTIONE DELLE ANOMALIE	47
6.6.1	Criteri per la definizione dei livelli di criticità	48
6.6.2	Azioni correttive	49
7	VIBRAZIONI	50
7.1	PREMESSA	50
7.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	50
7.2.1	NORMATIVA COMUNITARIA	50
7.2.2	Normative italiane e internazionali	50
7.3	CRITERI GENERALI DI MONITORAGGIO	53
7.3.1	Parametri indicatori rilevati	53
7.3.2	Validazione dei dati	54
7.3.3	Punti di monitoraggio individuati	54
7.3.4	Frequenza e durata del monitoraggio	55
7.4	GESTIONE DELLE ANOMALIE	56
7.4.1	Criteri per la definizione dei livelli di criticità	56
7.4.2	Azioni correttive	59
8	AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI	60
8.1	PREMESSA	60
8.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	60
8.2.1	NORMATIVA COMUNITARIA	60
8.2.2	NORMATIVA NAZIONALE	60
8.3	IL SISTEMA DI MONITORAGGIO	62
8.3.1	Punti di monitoraggio individuati	63
8.4	LO STATO DELLE RETI ESISTENTI	63
8.4.1	Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio	64
8.4.2	Criteri di identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio	67
8.4.3	Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio	68
9	AMBIENTE IDRICO: ACQUE SOTTERRANEE	70
9.1	PREMESSA	70
9.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	70

9.3	IL SISTEMA DI MONITORAGGIO	70
9.3.1	Punti di monitoraggio individuati	70
9.4	LO STATO DELLE RETI ESISTENTI	71
9.4.1	Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio	72
9.4.2	Criteri di identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio	76
9.4.3	Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio	76
10	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI	80
10.1	IL SISTEMA DI MONITORAGGIO	80
10.1.1	Punti di monitoraggio individuati	82
10.1.2	Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio	82
11	RESTITUZIONE DEI DATI E SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO	84
11.1	IL SISTEMA INFORMATICO DEL MONITORAGGIO	84
11.2	CRITERI DI RESTITUZIONE E MODALITÀ DI TRASMISSIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO	84
11.3	AZIONI DA SVOLGERE IN CASO DI IMPATTI NEGATIVI IMPREVISTI	85

1 PREMESSA

Il presente documento definisce gli obiettivi e i criteri metodologici generali del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) relativo al Progetto Definitivo della S.S. 67 "Tosco-Romagnola" – Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna ed è stato svolto in continuità all'analisi di dettaglio delle azioni di progetto definitivo e alle indicazioni e prescrizioni delle Delibere espresse dagli Enti preposti. L'opera si prefigge l'obiettivo di realizzare un collegamento migliore e più sicuro dallo svincolo presso la località Classe, sulla tangenziale di Ravenna, fino al porto.

Per l'elaborazione del Piano di Monitoraggio si fa riferimento alle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (P.M.A.) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)" elaborato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione per le valutazioni di Impatto Ambientale.

Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28, la funzione di strumento capace di fornire la reale "misura" dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari "segnali" per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA.

Le attività di monitoraggio ambientale saranno articolate nelle seguenti tre fasi: ante operam [AO], in operam [CO] durante la fase di cantiere, e post operam [PO] eseguita durante il funzionamento a regime dell'opera. L'attività di monitoraggio avrà come obiettivo l'analisi delle seguenti componenti:

- Atmosfera;
- Rumore e vibrazioni;
- Ambiente idrico superficiale
- Ambiente idrico sotterraneo;
- Componenti biotiche – vegetazione, flora e fauna.

Un appropriato sistema di monitoraggio costituisce la base di conoscenza fondamentale per consentire:

- Il controllo periodico di efficacia degli interventi di mitigazione intrapresi;
- Il controllo degli obiettivi di qualità e dei valori soglia, come previsti dalle normative di settore per le singole componenti ambientali;
- Il supporto alla gestione ordinaria del sistema di pianificazione e gestione del territorio;
- Il supporto alla gestione delle emergenze ambientali;
- L'informazione e la divulgazione dei dati ambientali.

Nella sua complessità, il sistema di monitoraggio rappresenta lo strumento di verifica del raggiungimento degli obiettivi generali a tutela del territorio.

Per il computo metrico inerente al piano di monitoraggio in allegato, il prezziario di riferimento è PM-IG-MA.2022 – Rev.2.

Si è inoltre fatto riferimento ai prezzi di accordo quadro allegati in appendice all'elaborato "To1IAooAMBCM01A -Computo metrico estimativo piano di monitoraggio"

2 SINTESI DEL PROGETTO

2.1 OBIETTIVI DELL'INTERVENTO

L'ANAS S.p.A., ai sensi del D. Lgs. n. 50/2016 ha affidato l'esecuzione dei servizi tecnici per lo studio di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo ed esecutivo – S.S. 67 "Tosco-Romagnola" – Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna.

La S.S. 67 "Tosco-Romagnola" collega la città di Pisa con la città di Ravenna, attraversando lungo il suo itinerario l'Appennino tosco-romagnolo in corrispondenza del "Passo del Muraglione", per poi entrare in Romagna presso l'area urbana di Forlì.

L'ambito di competenza dell'Area Compartimentale Emilia Romagna si sviluppa per un'estesa di circa 86 km, compresi tra il km 142+460 (confine con la Regione Toscana) e il km 213+511 (innesto lungo la S.S. 16 presso Ravenna), e tra il km 217+277 ed il km 232+377 (via Classicana – dalla S.S. 16 al Porto di Ravenna).

Su Ravenna confluiscono numerose autostrade e strade di rango nazionale che collegano il porto con gli altri nodi interni ed esterni alla Regione; l'autostrada A14, la S.S. 16 "Adriatica", la S.S. 67 "Tosco-Romagnola", la S.S. 3 bis "Tiberina" Ravenna –Orte in direzione sud, l'A14 dir e la ex S.S. 253 "San Vitale"; la S.S. 309 dir e la S.S. 309 dir e la S.S. 309 "Romea", tutte raccordate tramite il sistema tangenziale di Ravenna costituito dal tratto di S.S. 16 denominato "Classicana".

Per migliorare la funzionalità di tale nodo di interconnessione sono previsti alcuni interventi, tra cui quello in progetto, che costituiranno un vero e proprio raccordo anulare riqualificato attorno a Ravenna, consentendo il miglioramento del collegamento del porto verso tutte le direttrici sopracitate.

L'intervento in oggetto pianifica l'adeguamento della S.S.67 dallo svincolo presso la località Classe, sulla tangenziale di Ravenna, fino al porto, prevedendone l'ampliamento della sezione per conformarla alla tipologia B del D. M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade": l'attuazione verrà realizzata con la sistemazione del tratto stradale esistente a carreggiate separate con due corsie per senso di marcia.

Il tratto in oggetto ha inizio al km 218+550, immediatamente a valle dello svincolo di innesto con la S.S. 16 e termina in corrispondenza dello svincolo di Marina di Ravenna al km 223+700, per uno sviluppo complessivo di circa 5,15 km.

L'obiettivo dell'intervento in progetto è, dunque, di configurare un collegamento stradale migliore di quello esistente lungo la statale 67.

Il criterio ispiratore del progetto definitivo, in continuità con lo studio di fattibilità, è quello di perseguire il più possibile l'adeguamento in sede dell'arteria stradale statale attualmente a servizio dell'itinerario, al fine di minimizzare l'impatto dovuto alla trasformazione di tali strade sul tessuto "storicizzato" del territorio.

L'itinerario attuale presenta uno sviluppo complessivo di km 232 km circa, prevalentemente a due corsie per senso di

marcia; le caratteristiche geometriche e funzionali della strada statale in oggetto (andamento plano-altimetrico, larghezza della piattaforma, presenza di numerose intersezioni a raso, ecc.) sono tali da non rispondere più alle esigenze di livelli di servizio e di sicurezza richieste dagli attuali mutati scenari di traffico rispetto all'epoca della loro costruzione e alle nuove normative.

Il problema del gap infrastrutturale della Provincia di Ravenna è sentito a livello socioeconomico ormai da decenni: l'infrastruttura in progetto costituisce e costituirà un'arteria molto importante per gli approvvigionamenti al porto di Ravenna. In tale contesto, l'intervento di riqualificazione dell'itinerario di progetto persegue le seguenti finalità:

- Creare una connessione funzionale con adeguato standard di sicurezza a servizio della città di Ravenna e dei centri urbani dell'entroterra ravennate, per le relazioni con l'area portuale;
- Contribuire ad ottenere una saldatura tra i principali poli e la maglia viaria del territorio, riequilibrando i flussi di traffico con autostrade e strade di interesse nazionale;
- Contribuire a potenziare il traffico delle merci in uscita direttamente dai luoghi di produzione verso i mercati regionali e verso le aree portuali più prossime (esistenti ed in programma), favorendo la crescita economica dei territori attraversati;
- Ridurre i tassi di incidentalità;
- Ridurre i tempi medi del trasporto passeggeri e merci lungo gli itinerari che interessano le principali direttrici stradali extraurbane.

2.2 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INFRASTRUTTURA IN PROGETTO

2.2.1 Evoluzione del progetto

Per il diretto collegamento dei traffici fra il Porto Industriale di Ravenna e la circonvallazione alla città lungo la S.S.16 "Adriatica", è stato predisposto il progetto di massima della variante in oggetto, approvato dal Consiglio di Amministrazione dell'Anas nell'adunanza del 28 giugno 1966.

In conformità di tale progetto, fu poi elaborato il progetto esecutivo del primo lotto della variante compreso tra la strada comunale di Porto Fuori ed il Porto Industriale.

Successivamente, per il completamento della variante, è stato redatto il progetto del Lotto II che comprende il tratto tra l'innesto con la S.S.16 presso Classe e l'innesto con il Lotto I in corrispondenza dell'intersezione con la Strada Comunale di Porto Fuori.

Il tracciato ha uno sviluppo complessivo pari a 7343,50 m di cui 3985,30 m per il lotto I e 3358,16 m per il lotto II; di seguito si riportano le caratteristiche principali del tracciato esistente.

Lotto I

Il Lotto I di tale variante è compreso tra il km 222+564 della S.S.67 (Porto Industriale di Ravenna) e la provinciale di Porto Fuori con la quale è stato realizzato un innesto a raso.

Caratteristiche plano-altimetriche

Il tracciato ha uno sviluppo di ml 3985,30 ed è costituito da due rettili, della lunghezza rispettivamente di ml 2309,20 e di 1464,20, raccordati con una curva di ml 1080 di raggio; l'andamento altimetrico del tracciato è pressoché orizzontale, sempre in rilevato e caratterizzato da livellette di pendenze variabili da un minimo dello 0,08% al 2%, valore che si raggiunge sulle rampe di accesso al cavalcavia con la quale viene superata la provinciale del "Molinetto".

L'innesto con la S.S.67 nella zona del porto, la quale corre in rilevato alto mediamente ml 7,00 sulla campagna, è stato particolarmente studiato in relazione all'entità e caratteristiche del traffico mediante raccordi a livelli sfalsati onde eliminare ogni punto di conflitto delle correnti di traffico.

Lo sviluppo planimetrico complessivo delle rampe di raccordo costituenti il predetto svincolo è di ml 2575 di cui ml 2345 a corrente unidirezionale, con larghezza di piano viabile di ml 6,00 fiancheggiate da due banchine di ml 1,00 ciascuna, e ml 230 a doppio senso di marcia con larghezza del piano viabile ml 7,50, oltre le banchine laterali.

Al fine di consentire a qualsiasi tipo di veicolo, anche in ridotte condizioni di aderenza, di procedere con sicurezza, la pendenza delle rampe di raccordo è stata limitata a valori non superiori al 3% ed i raggi minimi di curvatura non inferiori a 45-50 m.

Per raccordare i tratti rettilinei delle piste di accelerazione o decelerazione con le rampe dello svincolo si sono inserite curve di transito a raggio doppio; le piste di accelerazione e decelerazione sono del tipo rettangolare a raccordo rettilineo, di larghezza utile di ml 3,50 e lunghezza variabile da 60 a 120 ml. I rimanenti innesti, sia con strade comunali che vicinali sono stati previsti tutti a livello, con opportuni raccordi canalizzati.

Formazione del corpo stradale

La costruzione di tale tratto di variante ha comportato movimenti di terra costituiti da circa 245.000 m³ di rilevato e circa 8.000 m³ di scavi per apertura fossi e risanamenti dei piani di posa.

Il progetto ha previsto la formazione del corpo stradale secondo le norme della meccanica delle terre con particolare riguardo alla preparazione del piano di posa dei rilevati che è stata eseguita mediante scoticamento e, ove necessario, correzione del terreno in sito, con un adeguato spessore di materiale arido e successiva compattazione.

I rilevati con materie provenienti da cave di prestito sono costruiti con terre appartenenti alle prime tre categorie della classificazione A.A.S.H.O.; quelli con materie provenienti dagli scavi sono realizzati con terre appartenenti alle prime quattro categorie della predetta classifica.

Per tutti i rilevati è stata prevista la compattazione meccanica, spinta fino all'indice 0,90 "Proctor" modificato per gli strati inferiori, mentre l'ultimo strato del rilevato dello spessore di 40 cm, sottostanti alla sovrastruttura, è costruito da terre appartenenti ai gruppi A1 e A2 e compattata fino al valore 0,95 "Proctor" modificato.

La piattaforma stradale ha larghezza di 16,00 m dei quali 14,00 m riservati alla carreggiata e 1,00 m a ciascuna delle banchine laterali.

Opere d'arte:

Nel tratto in esame sono state realizzate le opere d'arte seguenti:

1. Cavalcavia in c.a.p. in corrispondenza dello svincolo per il Porto di Ravenna, a una campata di luce 20,50 m.
La sezione trasversale dell'impalcato è costituita da soletta in c.a. e nervature longitudinali in c.a.p., appoggiate su spalle in calcestruzzo cementizio, fondate su pali e corredate da muri d'ala.
La carreggiata è larga 6,00 m oltre i due marciapiedi a sbalzo di 1,00 m.
2. Ponte in c.a.p. tra le sez. 16 e 21, in corrispondenza di un canale consorziale con luce di 20,60 m.
La sezione trasversale dell'impalcato è costituita, come il precedente, da soletta in c.a. e nervature longitudinali in c.a.p., appoggiate anch'esse su spalle in calcestruzzo, fondate su pali e corredate da muri andatori.
3. Cavalcavia tra le sez. 29 e 37 per il superamento della strada provinciale del Molinetto con una luce di 21,60 m con spalle e muri d'ala in conglomerato cementizio.
La sezione trasversale dei manufatti è di 16,00 m dei quali 14,00 m di carreggiata e 1,00 m per i marciapiedi laterali.
4. N°4 tombini a struttura scatolare in c.a. ubicati rispettivamente alle sezioni 11 e 39 (luce di 4,00 m), alla sezione 58 (luce 3,00 m) ed alla sezione 49 (luce 2,00 m).
Sono inoltre previsti n°41 tombini tubolari in calcestruzzo di diametro variabile da 0,40 a 0,80 m.
5. Le opere di presidio e di civilizzazione comprendono muro di sottoscarpa, passi carrai e cunette piane.

Sovrastruttura stradale

La sovrastruttura stradale di progetto è costituita da uno strato di Tout-Venant di frantoio dello spessore, compatto, di 30 cm; da uno strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso di 10 cm, eseguito in due tempi negli spessori di 6 cm e di 4 cm e dal tappeto di usura dello spessore di 3 cm.

Le banchine sono costituite per una larghezza di 0,50 m, adiacenti alla carreggiata, con uno strato di misto granulare compatto, dello spessore di 30 cm e sovrastante materiale di cava dello spessore compatto di 13 cm.

Per le piazzole di stazionamento è stata prevista la stessa sovrastruttura del piano viabile.

Le caratteristiche del pacchetto stradale esistente sono state confermate dalle prove in sito previste sulla piattaforma nel corso delle indagini preliminari; si è previsto il prelievo di campioni di pavimentazione in conglomerato bituminoso ogni circa 2 km mediante carotatrice a corona diamantata con velocità variabile in funzione del diametro della carota da 50 a 200 mm. Sul materiale prelevato saranno realizzate delle prove per valutarne le proprietà meccaniche:

- Prova Marshall → valutazione delle proprietà meccaniche della miscela bituminosa con determinazione dei parametri di stabilità e scorrimento Marshall relativi allo strato di collegamento (binder) e allo strato di base.

Lotto II

Il Lotto II di tale variante è compreso tra l'innesto con la S.S.16 presso Classe e l'innesto con la strada comunale di Porto Fuori.

Caratteristiche plano-altimetriche:

Il tracciato ha sviluppo complessivo di 3358,16 ml dei quali 375 ml di viadotto, ed è costituito da due rettili, lunghi rispettivamente 300,90 ml e 2789,50 ml raccordati da una curva di 350 ml di raggio; l'andamento altimetrico, comple-

tamente in rilevato, è pressoché orizzontale ad eccezione delle rampe di accesso ai due viadotti, necessaria per raggiungere le quote di scavalco della ferrovia Rimini-Ravenna e dei Fiumi Uniti.

La pendenza di tali rampe, specie in considerazione della forte percentuale di traffico pesante che percorrerà la strada, è stata limitata al 2,50 %.

In corrispondenza della strada comunale di Porto Fuori è presente un incrocio a livelli sfalsati che è stato realizzato con variazione altimetrica della comunale stessa e costruzione dei raccordi per il collegamento delle due strade.

Le rimanenti intersezioni con strade pubbliche di minore o scarsa importanza, sono convenientemente attrezzate mediante opportune canalizzazioni.

La strada comunale (Marabina), lungo l'argine destro dei Fiumi Uniti, è invece scavalcata da una delle campate del viadotto sui Fiumi Uniti.

Formazione del corpo stradale:

La costruzione del lotto II della variante ha generato movimenti di terra costituiti da circa 266.476 m³ di rilevato, 17.258 m³ di scavo per correzione e risanamenti dei piani di posa dei rilevati stessi e per la formazione di fossi per lo smaltimento delle acque.

La piattaforma stradale ha la larghezza di 16,00 m dei quali 14,00 m riservati alla carreggiata e 1,00 m a ciascuna delle banchine laterali.

Sono state previste anche opportune piazzole di deposito materiali.

Opere d'arte maggiori:

1. *Viadotto di Classe*

L'opera è stata studiata con riguardo alle caratteristiche ambientali e paesaggistiche in quanto vicina al complesso artistico-monumentale della Basilica di S. Apollinare in Classe.

Sulla ubicazione e caratteristiche dell'opera ha espresso il parere favorevole la Soprintendenza ai Monumenti di Ravenna con lettera 11/04/67 N°946 relativamente al progetto di massima e 02/01/70 N°19 per il progetto esecutivo.

Viadotto con struttura in C.A.P. per lo scavalco della ex SS16 "Adriatica" e della ferrovia Rimini-Ravenna, a n°8 campate dell'interasse di 25,00 m con impalcato in travi precomprese, prefabbricate e varate; pile intermedie a cavalletto costituito da due montanti ed un traverso; spalle e pile su palificate del tipo Franchi da 500 m/m.

Impalcato formato da soletta gettata sulle travi prefabbricate in C.A.P. e varate.

2. *Viadotto Fiumi Uniti*

Lo studio dell'opera nei riguardi delle caratteristiche idrauliche è stato condotto secondo le prescrizioni del competente Ufficio del Genio Civile di Ravenna di cui è presente l'autorizzazione in data 25/03/1969 ai sensi degli Articoli 1, 2 e 93 del T.U. approvato con R. D. 25/07/1907 e dell'Art. 1 del R. D. 19/11/1921 n°1688.

Viadotto sui Fiumi Uniti, per l'attraversamento del corso d'acqua e della strada arginale Marabina, ad 7 campate su pile cellulari fondate su plinti.

Pile e spalle sono sopportate da palificate con pali del tipo Franchi da 500 m/m. L'impalcato avrà le stesse

caratteristiche di quello del Viadotto di Classe.

3. *Cavalcavia* allo svincolo con la comunale di Porto Fuori ad una campata. L'impalcato è realizzato con soletta gettata in opera su travi longitudinali in c.a.p. prefabbricate e varate.
Fondazione delle spalle su palificate con pali tipo Franchi da 500 m/m.

Pavimentazioni – lavori vari – opere d'arte minori

La pavimentazione è costituita da uno strato di base in Tout-Venant di frantoio, dello spessore compattato di 35 cm, da una massiciata in conglomerato bituminoso di 10 cm, oltre allo strato di collegamento (binder) di 4 cm ed al tappeto di usura da 3 cm.

Le banchine sono costituite per una larghezza di 0,50 m, adiacente alla carreggiata, da uno strato di misto granulare compattato dello spessore di 35 cm con sovrastante materiale di cava compattato.

In corrispondenza degli accessi alle proprietà poste lungo la strada è presente la costruzione di idonei passi carrai muniti di cavalcafosso.

Sono presenti inoltre tombini con struttura a telaio e tubolare per assicurare la continuità dei canali e dei fossi interessati dal corpo stradale.

2.2.2 Allargamento stradale

L'intervento in oggetto si sviluppa dalla progressiva 218+550 (a valle dello svincolo di Classe) fino alla progressiva 223+700 per uno sviluppo complessivo di 5,15 km.

Lungo tutto il tratto in esame è previsto l'ampliamento della sede stradale, attualmente classificata come strada extraurbana principale di tipo "C", per conformarla ad una piattaforma tipo "B" prevista dal D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Il criterio ispiratore del progetto è quello di perseguire il più possibile l'adeguamento in sede al fine di minimizzare l'impatto dovuto alla trasformazione di tale strada sul tessuto "storicizzato" del territorio.

I criteri progettuali alla base dello studio prevedono un allargamento bilaterale simmetrico dell'attuale sedime di complessivi 4,00 m per carreggiata, al fine di realizzare l'adeguamento dimensionale alla norma di riferimento, dimensionando inoltre gli elementi marginali per un corretto funzionamento dei dispositivi di sicurezza conformemente alle disposizioni di legge.

La tratta di strada extraurbana interessata dall'intervento si sviluppa su un territorio pianeggiante con andamento planimetrico prevalentemente rettilineo; gli interventi previsti da questo progetto sono mirati al miglioramento delle performances dell'attuale tracciato ottimizzando, ove possibile, le principali caratteristiche dell'arteria.

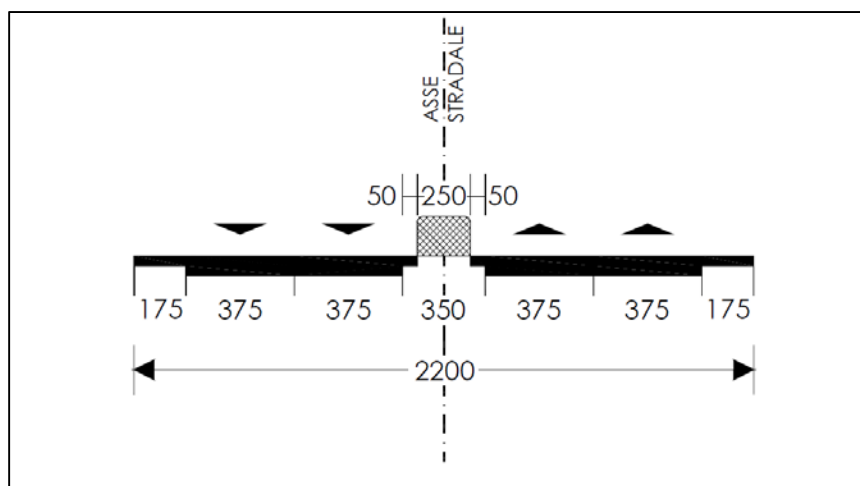
L'ammodernamento della strada prevede l'adeguamento della sezione stradale alla configurazione base prevista per una strada di categoria B della norma di riferimento DM 05/11/2001. La sezione tipo stradale prevede una piattaforma di 22 m di larghezza, organizzata in due carreggiate separate da uno spartitraffico del tipo NDBA.

Ciascuna carreggiata sarà organizzata in 2 corsie di marcia larghe 3,75 m fiancheggiate in destra da una banchina di

1,75 m.

In sintesi:

- Doppia carreggiata, ciascuna costituita da due corsie di 3,75 m;
- Banchina pavimentata di 1,75 m. affiancata in dx delle corsie;
- Banchina pavimentata di 0,50 m. affiancata in sx delle corsie;
- Spartitraffico NDBA di 2,50 m.



Nei tratti in rettilineo si mantiene la pendenza trasversale esistente, adeguando alla pendenza del 2,00 % le due fasce laterali di nuova realizzazione (ampliamento); nei tratti in curva, la pendenza trasversale esistente viene adeguata a quanto prescritto dalla normativa di riferimento, su tutta la larghezza della piattaforma stradale.

Per tale tipologia di strada, le velocità di progetto previste dalla normativa sono pari a 70/120 km/h e la velocità massima consentita per gli utenti ai sensi del Codice della Strada (D.Lgs. 285/92) è pari a 110 km/h. L'intervento, pertanto, consentirà di abbattere in modo significativo i tempi di percorrenza dell'itinerario rispetto alla situazione attuale, in cui le velocità medie di percorrenza risultano ridotte a causa della condizione in cui versa la statale.

Il progetto prevede l'abolizione di gran parte degli accessi privati e agricoli presenti nel tratto in oggetto e l'adeguamento degli svincoli di collegamento tra il nuovo asse viario e la rete stradale di secondo livello interferita; tali svincoli permettono il collegamento con le strade provinciali e i centri urbani presenti lungo il tracciato, nonché l'accesso alla viabilità secondaria in sostituzione agli accessi soppressi (si rimanda all'elaborato specialistico "Censimento degli accessi")

2.2.3 Opere d'arte maggiori

Sovrappasso di Via Stradone

In posizione intermedia rispetto all'intervento, in particolare alla progressiva chilometrica Km 221+770 è previsto l'adeguamento del sovrappasso esistente, il quale collega la frazione di Porto Fuori all'area sud-orientale di Ravenna; tale manufatto costituisce anche l'elemento centrale dello svincolo che risolve l'intersezione a livelli sfalsati tra le due

arterie stradali.

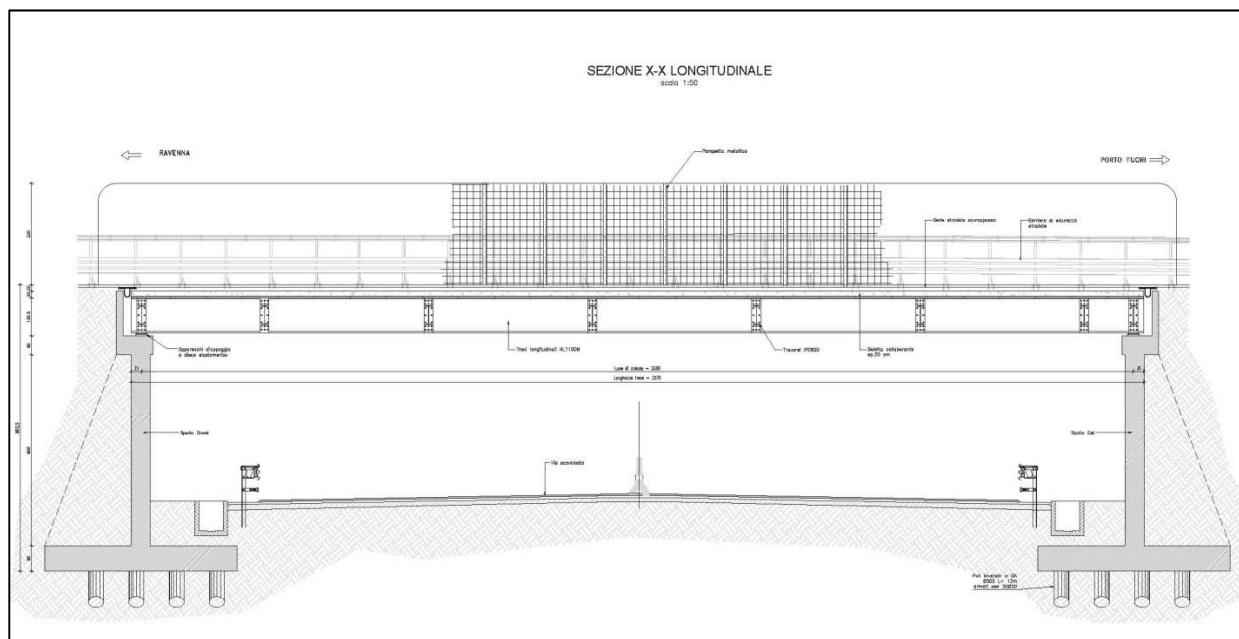
L'attuale opera è realizzata con travi precomprese trapezoidali cave in semplice appoggio, completate da una soletta in cemento armato. Le spalle sono parallele e adiacenti alla S.S. 67, e, a causa della non ortogonalità delle infrastrutture che vi convergono, formano un angolo di $26^{\circ}40'$ rispetto alla normale all'asse della via servita.

La luce netta attuale è di 24.2m lungo l'asse delle travi. Proiettandola su una giacitura normale all'asse della S.S. 67, ne risulta una larghezza netta di 21.63m.



L'intervento di adeguamento della strada in sottovia prevede la realizzazione di una carreggiata con larghezza utile 22.00 m, alla quale devono essere aggiunti circa 2.50 m su ambo i lati per consentire lo sviluppo della capacità deformativa delle barriere in caso di urto ed inoltre lo spazio necessario per le corsie di decelerazione. Ne deriva che la luce attuale è insufficiente e pertanto si rende necessaria la modifica dell'opera d'arte; è da notare che questo avrà come conseguenza un nuovo assetto dell'intera struttura.

L'ipotesi avanzata in fase progettuale prevede l'adeguamento del sovrappasso in sede con demolizione e ricostruzione dell'opera, con allargamento della luce netta a 33.00 m in unica campata.



La possibilità di mantenere attivo il traffico lungo tale direttrice, principalmente le utenze ciclo pedonali, il cui percorso alternativo richiederebbe un sostanziale allungamento chilometrico in caso di chiusura dell'opera, ha condotto alla valutazione di una soluzione alternativa: la realizzazione di una nuova opera d'arte di scavalco in affiancamento all'esistente; dato il contesto di inserimento dell'opera e le necessità areali per l'adeguamento degli svincoli, si è ipotizzato un nuovo sovrappasso in affiancamento non parallelo all'esistente, ma una certa angolazione in piano (riportato nella planimetria sottostante) e i relativi raccordi.

Tale soluzione con il mantenimento dei flussi ciclo-pedonali, però, richiederebbe un notevole innalzamento dei costi di realizzazione e tempistiche maggiori (duplicate) rispetto alla totale demolizione e ricostruzione dell'opera.

A seguito delle considerazioni precedenti, dunque, si propone di adottare la prima soluzione che richiede la totale demolizione e ricostruzione dell'opera con conseguente interruzione temporanea del traffico: verrà realizzato un sovrappasso costituito da un impalcato a sezione mista costituito da n.8 travi in acciaio (profili HL1100M) e da una soletta in c.a. di spessore 20 cm, con luce netta di 33.00 m.

Per i dettagli si rimanda alla relazione specialistica *TooCVooSTRRE01B*.

Viadotto sui Fiumi Uniti

Il viadotto dei Fiumi Uniti fa parte del tracciato in progetto che conduce da Classe al porto di Ravenna; esso scavalca due strade e il canale che raccoglie le acque dei fiumi Ronco e Montone. È un viadotto a travata in CAP, realizzato in 7 campate da 25 m.



La soluzione da adottare deve considerare alcuni vincoli geometrici, determinati dal franco sottotrave relativo alle due strade (5 m ai sensi delle vigenti NTC18), al franco idraulico sul canale e alle quote degli argini.

È inoltre indispensabile mantenere aperto il traffico sulla via servita, oltre che interferire il minimo possibile con la viabilità di sottovia: per tale motivo è necessario procedere coi lavori in due fasi, intervenendo separatamente sulle due semicarregiate, mantenendo attivo il flusso veicolare sulla carreggiata non interessata dalle lavorazioni.

La scelta progettuale che asseconda tali richieste, prevede la realizzazione di un viadotto a 5 campate simmetrico rispetto all'asse centrale con campate di luce decrescente dalla centrale di 61,80 m alle laterali di 44,80 m.

Rispetto all'opera esistente, si prevede di realizzare le due carreggiate nettamente separate, con fondazione comune ma impalcati e pile indipendenti.

Per i dettagli si rimanda alla relazione specialistica *T00V100STRRE01A*.

2.2.4 Impianti e sistema di esazione

Lungo il tracciato sono previsti una serie di impianti necessari all'esercizio dell'infrastruttura, che possono essere distinti in diverse categorie:

- Impianti di sicurezza in itinere;
- Illuminazione svincoli.

Segnaletica stradale orizzontale e verticale

E' prevista la realizzazione della segnaletica stradale sia verticale sia orizzontale, in conformità con la normativa del Codice della strada. Per necessità connesse alle fasi di cantiere, verrà realizzata l'apertura al traffico su binder con segnaletica orizzontale e la successiva pavimentazione stradale con tappeto d'usura con rifacimento completo della segnaletica orizzontale.

Al km 223+700 (limite superiore dell'intervento di progetto) è previsto il raccordo con l'adeguamento della SS 67 pia-

nificato in concomitanza con la realizzazione dell'Hub portuale. Dato che le due progettazioni risultano attualmente in fasi differenti, si presume che l'intervento in oggetto verrà realizzato antecedentemente: è previsto dunque l'allargamento della piattaforma a 22 m in termini di rifacimento del pacchetto stradale e raccordo temporaneo alla viabilità esistente di 16 m mediante segnaletica orizzontale opportuna, in attesa del totale adeguamento della statale fino al porto.

Il temporaneo restringimento della carreggiata in tale sezione verrà segnalato anche mediante opportuna segnaletica verticale.

Barriere di sicurezza

Al fine di garantire la sicurezza degli utenti della statale, il progetto prevede la posa in opera di guard rail a tripla onda con classe di appartenenza H3.

Si riporta qui di seguito uno stralcio della voce di Elenco Prezzi Unitari n. G.02.003.a, dove sono riportate le caratteristiche principali di tale dispositivo:

"...Fornitura e posa in opera di barriere stradali di sicurezza marcate CE secondo il DM n° 233 del 28/06/2011 complete di rapporto di prova e manuale di installazione – rette o curve – per bordo laterale da installare su corpo stradale in rilevato o in scavo, aventi caratteristiche prestazionali minime corrispondenti a quelle della classe (livello di contenimento) H2, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), di qualsiasi tipo, a nastro e paletti o a muretto continuo, in acciaio o cemento armato o miste o di altri materiali previsti nel CSA, con le seguenti richieste di equivalenza:

- Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento) H2;
- Larghezza operativa:
 1. Larghezza operativa W (UNI EN 1317-2) minore o uguale a 210 cm;
 2. Larghezza operativa W_r con l'incidente più probabile minore o uguale 65 cm, per usi su strade esistenti;
- Altezza massima nastro minore o uguale a 95 cm (o H.I.C. 15 minore o uguale a 400) o altezza massima muretto minore o uguale 100 cm;
- Simmetria strutturale del dispositivo rispetto alla direzione di marcia;
- Larghezza massima del dispositivo minore o uguale a 50 cm.

Gli elementi delle barriere devono essere costituiti dai materiali indicati nei Rapporti di prova; in caso di uso di acciai, essi dovranno essere zincati a caldo con una quantità di zinco secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN ISO 1461 per ciascuna faccia.

Qualora il dispositivo contenga barre o trefoli, queste dovranno essere protette con profilati in acciaio zincato, già verificati in sede di prova.

Gli elementi dei dispositivi dovranno essere identificabili permanentemente con il nome del produttore, la/le classi d'appartenenza, secondo il DM 233/2011.

Compreso: ogni accessorio, pezzo speciale, i dispositivi rifrangenti, l'incidenza per gli elementi terminali semplici indicati nei rapporti di prova e per i collegamenti con barriere di classe o tipologia diverse, la posa in opera, il caricamento, nel database del Ministero, delle barriere marcate CE previsto nel DM 233/2011 nonché qualsiasi altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte."

In funzione della classe di traffico di tipo III, per le strade di tipo B (extraurbane principali) si è scelto di adottare oltre alle barriere di tipo H2 per i rilevati, H3 per i cavalcavia e H4 per lo spartitraffico: nello specifico, in corrispondenza del viadotto sui Fiumi Uniti, si è scelto di adottare barriere di sicurezza di tipo H3BP.

Per i dettagli si rimanda alla relazione specialistica *TooPSooTRAREo3B*.

Impianto di illuminazione

Si prevede di illuminare il nuovo asse stradale in corrispondenza degli svincoli, come già attualmente realizzato. A seguito dell'intervento di adeguamento, sono previsti pali di altezza pari a 10 m, situati sul ciglio esterno.

Per la progettazione dell'illuminazione pubblica si farà particolare attenzione al flusso luminoso disperso verso l'alto e all'impatto ambientale illuminotecnico, cercando una soluzione che tenga presente i parametri relativi all'intensità luminosa, resa cromatica, effetti d'ombra e impatto visivo.

Si prevede l'illuminazione dei tratti di corsia di accelerazione e decelerazione in corrispondenza di immissione ed uscita degli svincoli a raso e svincoli sfalsati, inoltre per lo svincolo sfalsato è previsto un impianto di illuminazione lungo le rampe.

Il posizionamento e la tipologia degli apparecchi saranno individuati per garantire una totale copertura dell'area e per la valorizzazione della stessa, senza comunque risultare troppo invadente. Saranno previsti apparecchi illuminanti rispondenti alle normative CEI che privilegino oltre agli aspetti estetici, in simbiosi con l'area, anche rigorose caratteristiche tecniche quali il grado di protezione per installazione all'esterno, facilità di manutenzione, elevata efficienza e durata, e per ottimizzare i consumi dovranno essere previsti regolatori di flusso e lampade a basso consumo energetico.

La progettazione viene eseguita rispettando le leggi e le norme sopracitate, in modo da realizzare un'opera perfettamente funzionante ed in sintonia con il contesto ambientale nel quale questa andrà ad insinuarsi.

Tutto questo al fine di perseguire anche i seguenti obiettivi:

- Sicurezza per il traffico stradale veicolare al fine di evitare incidenti, perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere;
- Sicurezza fisica e psicologica delle persone, riducendo il numero di atti criminosi e soprattutto la paura che essi possano accadere frequentemente;
- Ottimizzazione dei costi di esercizio e di manutenzione in relazione alle tipologie di impianto;
- Risparmio energetico: miglioramento dell'efficienza globale di impianto mediante l'uso di sorgenti luminose, apparecchi di illuminazione e dispositivi del controllo del flusso luminoso finalizzati ad un migliore rendimento, in relazione alle scelte adottate;
- Contenimento dell'inquinamento luminoso atmosferico e stradale e dell'invasività della luce.

Il livello d'illuminamento sarà tale da consentire di percepire in tempo utile eventuali ostacoli, garantire una visione complessiva dell'andamento planimetrico e delle intersezioni nonché garantire una elevata sicurezza nei confronti dei pedoni, rispettando quindi i requisiti della norma UNI 11248 2012 ed UNI EN 1320.

3 SCOPI E CARATTERISTICHE GENERALI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

3.1 OBIETTIVI

Sono di seguito sintetizzati gli obiettivi e i requisiti del PMA, tenuto conto dei contesti territoriali e di progetto precedentemente esposti:

- Verificare la conformità alle previsioni d'impatto, individuate nella procedura di assoggettabilità, delle fasi di corso d'opera e post-operam;
- Misurare lo stato ante-operam, lo stato di corso d'opera e post-operam al fine di documentare l'evolversi della situazione ambientale;
- Verificare, durante la fase di post-operam, l'efficacia dei sistemi di mitigazione adottati al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui;
- Garantire, durante la costruzione, il controllo della situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre le necessarie azioni correttive;
- Eseguire, durante le fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli circa l'adempimento delle prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

3.2 REQUISITI DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO

In linea con gli obiettivi da perseguire, il PMA deve soddisfare i seguenti requisiti:

- Prevedere il raffronto e l'integrazione delle attività di monitoraggio, con quelle messe in atto da altri Enti territoriali e ambientali;
- Dimostrare una generale coerenza rispetto alle previsioni progettuali;
- Contenere la programmazione spazio-temporale delle attività di monitoraggio e la definizione degli strumenti;
- Dimostrare coerenza con la normativa vigente nelle modalità di rilevamento e nell'uso della strumentazione;
- Prevedere l'integrazione della rete di monitoraggio progettata con le reti di monitoraggio esistenti;
- Tempestività nella segnalazione di eventuali anomalie e criticità;
- Utilizzare metodologie validate e di comprovato valore tecnico e scientifico;
- Prevedere la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti.
- Utilizzare parametri ed indicatori che siano facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali.
- Definire la scelta del numero, delle tipologie e della distribuzione territoriale delle stazioni di misura in modo rappresentativo delle possibili entità delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato.
- Prevedere la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare.
- Identificare e dettagliare il costo dell'attuazione del monitoraggio, da indicare nel quadro economico del progetto.

3.3 METODI, CRITERI ED INDICATORI

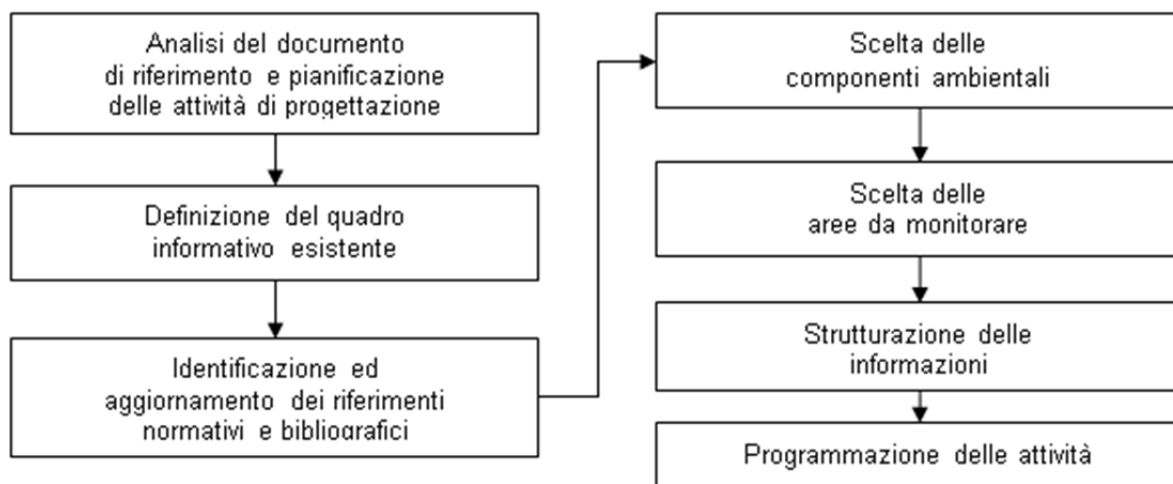
Al fine di rispondere agli obiettivi e ai requisiti sopra citati, per ciascuna componente ambientale, vengono definiti metodi, criteri ed indicatori da considerare nell'ambito del monitoraggio ambientale. Tali aspetti sono compiutamente descritti negli specifici capitoli che seguono relativi a ciascuna componente ambientale, in conformità a quanto previsto dalle "Linee Guida per il progetto di monitoraggio ambientale" redatte dalla Commissione Speciale VIA.

Per quanto riguarda i criteri metodologici di carattere generale, oltre alla scelta degli ambiti e degli indicatori da adottare, si pone particolare attenzione alla scelta delle aree da monitorare, la quale si basa principalmente su:

- Sensibilità e vulnerabilità dei luoghi in rapporto con il prevedibile impatto connesso con gli interventi in progetto;
- Programmazione delle attività prevedendo, oltre a quanto pianificabile, l'eventualità di realizzare una serie di accertamenti straordinari, all'insorgere di problemi, anomalie o per casi eccezionali, al fine di determinare le cause, l'entità e definire le possibili soluzioni;

Oltre agli aspetti tecnici relativi alle metodologie di monitoraggio tipiche di ogni componente ambientale, si ritengono indispensabili anche le seguenti condizioni:

- Attivare un'organizzazione che ponga in stretta relazione le strutture incaricate del monitoraggio con quelle di cantiere in modo tale da configurare una "gestione ambientale" dei cantieri;
- Attivare una comunicazione rapida ed efficace fra i principali attori dell'iniziativa (strutture incaricate dei lavori, organi di controllo) ad evidente beneficio di una corretta comunicazione con il pubblico;
- Dotarsi degli strumenti tecnologici più evoluti in grado di garantire trasparenza e velocità di informazione (tecnologie web).



La complessità e la quantità delle informazioni che occorre gestire richiedono un'attenta programmazione delle modalità atte a definire e valutare lo stato ambientale ante-operam, in corso d'opera e post-operam.

La scelta del formato e delle modalità di restituzione dei risultati è basata sui criteri di completezza, congruenza e chiarezza, anche in previsione di dover fornire tali informazioni a soggetti non direttamente coinvolti nelle attività di monitoraggio.

4 SCELTA DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

Al fine di verificare le previsioni d'impatto, valutare e controllare l'evolversi della situazione ambientale, nonché verificare l'efficacia delle mitigazioni adottate, vengono di seguito individuate, in conformità con quanto definito nelle Linee guida e nelle prescrizioni del parere di compatibilità ambientale, le componenti ambientali che dovranno essere oggetto di monitoraggio al fine di raggiungere gli obiettivi di cui sopra.

Le componenti ed i fattori ambientali da considerare nel monitoraggio sono i seguenti:

- a) Atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;
- b) Rumore e Vibrazioni;
- c) Ambiente idrico: acque superficiali;
- d) Ambiente idrico: acque sotterranee
- e) Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi.

Il monitoraggio ambientale (MA) dovrà sviluppare in modo chiaramente distinto le tre fasi temporali nelle quali si svolgerà l'attività:

- Monitoraggio ante-operam [AO], che si conclude prima dell'inizio di attività interferenti con la componente ambientale. In tale fase si procede con la verifica di tutti i dati reperiti e direttamente misurati per la redazione del SPA.
- Monitoraggio in corso d'opera [CO], che comprende tutto il periodo di realizzazione, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti.
- Monitoraggio post-operam [PO], comprendente le fasi di pre-esercizio ed esercizio, la cui durata è funzione sia della componente indagata sia della tipologia di opera.

Al fine di assicurare l'uniformità delle misure rilevate nelle diverse fasi del PMA e la possibilità di realizzare una banca dati aggiornabile ed integrabile successivamente è indispensabile che i rilievi vengano svolti con metodologie univoche e prestabilite.

In via esemplificativa, per assicurare uniformità e comparabilità dei dati riferiti alle varie fasi temporali e in diverse aree geografiche, per ogni componente ambientale è necessario individuare almeno i seguenti aspetti:

- L'ubicazione dei punti di monitoraggio;
- I parametri da rilevare;
- La durata e la frequenza del campionamento;
- La strumentazione da impiegare.

5 ATMOSFERA: QUALITÀ DELL'ARIA

5.1 PREMESSA

Secondo le indicazioni riportate nell'appendice delle Linee Guida redatte dalla commissione speciale VIA, la struttura della rete di monitoraggio deve consentire di acquisire informazioni relative alle emissioni in atmosfera, al meteo-clima e alla qualità dell'aria. La domanda d'informazione si estende quindi dalle misure provenienti dalle reti di rilevamento, agli inventari delle emissioni e ai dati, compresi quelli meteorologici, necessari all'impiego dei modelli di trasporto e dispersione degli inquinanti.

Lo studio della componente atmosfera rappresenta un punto fondamentale del Progetto di Monitoraggio, in quanto la componente risulta interferita sia durante la realizzazione dell'opera che in fase di esercizio. Per quanto riguarda la fase di cantiere, gli impatti sono dovuti alla diffusione d'inquinanti provenienti dai mezzi d'opera e dalla dispersione delle polveri generate dagli scavi e dalla movimentazione dei terreni.

Tali azioni saranno concentrate nelle aree di realizzazione dell'opera, negli spazi destinati ai cantieri e lungo gli assi viari preposti alla movimentazione dei mezzi e dei materiali. In fase di esercizio, l'impatto è dovuto al traffico veicolare sulla nuova arteria ed è dovuto alle emissioni prodotte dalla circolazione degli automezzi sulla nuova variante che danno luogo a ricadute di specie inquinanti (prodotti della combustione e polveri) in un intorno molto limitato rispetto alla sede stradale.

Il monitoraggio permette un adeguato controllo dei parametri in relazione ai limiti normativi vigenti sul territorio interessato dalla costruzione del nuovo tracciato stradale. L'obiettivo è quello di tenere sotto controllo gli effetti dell'incremento di inquinanti dispersi nell'aria dovuto in corso d'opera alle attività di cantiere e in post opera al traffico veicolare, e verificare che tale incremento non incida in modo sensibile sulla qualità dell'aria preesistente. In caso contrario si dovrà eventualmente intervenire per mitigarne gli effetti.

Il monitoraggio della qualità dell'aria deve garantire il controllo di tutti i parametri che possono essere critici in relazione alla tipologia delle emissioni e agli standard di qualità previsti dalla normativa e, più in generale, che possono costituire un rischio per la protezione della salute e degli ecosistemi. Per la misura della qualità dell'aria, il PMA prevede la predisposizione di appositi indicatori fisico-chimici. Le analisi si basano principalmente sull'utilizzo di strumenti di misurazione automatici e semiautomatici in virtù della semplicità nell'acquisizione e gestione dei risultati e nelle garanzie di qualità degli stessi, offerte dalle tecnologie disponibili.

Il PMA richiede, inoltre, di effettuare una stima delle emissioni e delle ricadute dei principali inquinanti dovute alla costruzione e all'esercizio della nuova infrastruttura, come già effettuato e riportato nel SPA. Per tale stima si prevede di approfondire e completare l'analisi della componente atmosfera con un calcolo delle emissioni di inquinanti associate al traffico sulla viabilità, soprattutto considerando la nuova distribuzione di traffico che consegue all'allargamento della piattaforma stradale che non dovrebbe modificare il quadro distributivo del traffico e delle emissioni.

Le attività di monitoraggio previste costituiranno un'informazione qualitativamente valida, anche se la natura puntuale dei rilievi eseguiti limita la validità degli stessi all'intorno esaminato; il posizionamento delle stazioni di misura è pensato in maniera da sopperire il più possibile a tale limitazione. L'integrazione delle informazioni che hanno origine dal monitoraggio, dagli inventari di emissione e dai modelli, costituisce l'approccio ottimale al problema della valutazione e gestione della qualità dell'aria.

5.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

NORMATIVA NAZIONALE

Il D.Lgs. 155/10 e le successive modifiche ed integrazioni del D. Lgs. 250/2012, abrogando la precedente normativa in materia di qualità dell'aria rappresentano un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente.

In base all'art.21 del D.Lgs. 155/10 del 13.08.2010 sono abrogate le seguenti norme:

- D.Lgs. 4/8/1999 n.351;
- D.Lgs. 21/5/2004 n. 183;
- D.Lgs. 3/8/2007 n. 152;
- DPR 24/5/1988 n. 203;
- art. 3 della L. 4/11/1997 n. 413;
- DPCM del 28/3/1983;
- Decreto del Ministro dell'ambiente 20/5/1991;
- DPR 10/1/1992;
- Decreto del Ministro dell'Ambiente 6/5/1992;
- Decreto del Ministro dell'Ambiente 15/4/1994;
- Decreto del Ministro dell'Ambiente 25/11/1994;
- Decreto del Ministro dell'Ambiente 16/5/1996;
- Decreto del Ministro dell'Ambiente 21/4/1999 n. 163;
- Decreto del Ministro dell'Ambiente 2/4/2002 n.60;
- Decreto del Ministro dell'Ambiente 20/9/2002;
- Decreto del Ministro dell'Ambiente 1/10/2002 n. 261.

Tra gli obiettivi del D.Lgs. 155/10 e D. Lgs. 250/2012 vi è quello di fissare limiti di qualità dell'aria per gli inquinanti riportati nella direttiva 2008/50/CE e quelli specificati nella direttiva 2004/107/CE, non incorporata nella direttiva 2008/50/CE.

5.2.1 Limiti di concentrazione nella normativa in vigore

La normativa di riferimento stabilisce:

- a) i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo [SO₂], biossido di azoto [NO₂], benzene, monossido di carbonio [CO], piombo e PM₁₀;
- b) i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto;
- c) le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;
- d) il valore limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2.5};
- e) i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene;
- f) i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono.

Il quadro dei limiti di qualità dell'aria in vigore viene riportato in *Tabella 1*. Gli indicatori derivanti dal monitoraggio della componente atmosfera verranno quindi confrontati con detti limiti.

Tabella 1 - Limiti di qualità dell'aria in vigore ai sensi del D. Lgs. 155/2010

Inquinante	Tipo Limite	Parametro Statistico	Valore
SO₂	Soglia di allarme ¹	Media 1 ora	500 µg/m ³
	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile	Media 1 ora	350 µg/m ³
	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile	Media 1 giorno	125 µg/m ³
	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale (1° gennaio – 31 dicembre) e media invernale (1° ottobre – 31 marzo)	20 µg/m ³
NO₂	Soglia di allarme ¹	Media 1 ora	400 µg/m ³
	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte per anno civile	Media 1 ora	200 µg/m ³
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
NOX	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m ³
PM₁₀	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte per anno civile	Media 1 giorno	50 µg/m ³
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM_{2.5}	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³ più margine di tolleranza di 5 µg/m ³ ridotto a zero entro il 01/01/2015
Benzene	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	5 µg/m ³
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore ³	10 mg/m ³
Pb	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 µg/m ³
O₃	Soglia di informazione	Superamento del valore su 1 ora	180 µg/m ³
	Soglia di allarme	Superamento del valore su 1 ora	240 µg/m ³

Inquinante	Tipo Limite	Parametro Statistico	Valore
	Valore obiettivo ⁴ per la protezione della salute umana da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore ³	120 µg/m ³
	Valore obiettivo ⁴ per la protezione della vegetazione come media su 5 anni	AOT ₄₀ ⁵ calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ ·h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore ³	120 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT ₄₀ ⁵ calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m ³ ·h
As	Valore obiettivo ⁶	Media annuale	6.0 ng/m ³
Cd	Valore obiettivo ⁶	Media annuale	5.0 ng/m ³
Ni	Valore obiettivo ⁶	Media annuale	20.0 ng/m ³
B(a)P	Valore obiettivo ⁶	Media annuale	1.0 ng/m ³

Note

- (1) Le soglie devono essere misurate su tre ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km² oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi.
- (2) Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'Articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m³ e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.
- (3) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.
- (4) Il raggiungimento dei valori obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012, per la protezione della salute umana e nel 2015, con riferimento al quinquennio 2010-2014, per la protezione della vegetazione.
- (5) Per AOT₄₀ (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 Parts Per Billion, espresso in µg/m³ h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (40 parti per miliardo) e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET).
- (6) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile. Ai sensi dell'art. 9, comma 2: "Se, in una o più aree all'interno di zone o di agglomerati, i livelli degli inquinanti di cui all'articolo 1, comma 2, superano, sulla base della

valutazione di cui all'articolo 5, i valori obiettivo di cui all'allegato XIII, le regioni e le province autonome, adottano, anche sulla base degli indirizzi espressi dal Coordinamento di cui all'articolo 20, le misure che non comportano costi sproporzionati necessari ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza su tali aree di superamento ed a perseguire il raggiungimento dei valori obiettivo entro il 31 dicembre 2012".

Per verificare la validità dell'aggregazione dei dati e del calcolo dei parametri statistici, si devono utilizzare i criteri indicati in *Tabella 2*.

Tabella 2 - Criteri per la verifica dei valori limite

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi
Valori su 1 ora	75 % (ossia 45 minuti)
Valori su 8 ore	75 % dei valori (ovvero 6 ore)
Valore medio massimo giornaliero su 8 ore	75 % delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base a dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno)
Valori su 24 ore	75 % delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari)
Media annuale	90 % (1) dei valori di 1 ora o (se non disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

Note

- (1) La prescrizione per il calcolo della media annuale non comprende le perdite di dati dovute alla calibrazione periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

5.3 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

5.3.1 Studi pregressi

In risposta alle osservazioni e richieste di integrazioni della Regione Emilia Romagna, relative alle emissioni in atmosfera derivanti dai flussi stradali attuali e futuri che incidono sulla Strada Statale n.67, la società AIRIS S.r.l. ha svolto delle analisi in relazione ai flussi traffico nello scenario ante operam ed a quelli conseguenti le modifiche apportate dall'adeguamento in oggetto, nonché alla viabilità comunale interessata dalle modifiche alle intersezioni e dalle chiusure degli attuali accessi.

Al fine di supportare le analisi acustiche e di qualità dell'aria è stato necessario implementare un modello di traffico dall'estensione territoriale tale da contenere le infrastrutture oggetto di studio, oltre ad un intorno sufficientemente ampio per valutare gli effetti sulla vicina rete stradale; per tale motivo, è stata condotta una campagna di monitoraggio del traffico mediante dispositivi di conteggio automatico e telecamere.

Gli scenari di riferimento significativi considerati per la specifica componente ambientale sono i seguenti:

- stato della componente nello scenario attuale (ante operam);
- stato della componente nello scenario futuro (post operam).

Gli inquinanti esaminati nello studio sono quelli particolarmente critici in quanto presenti in quantità significative o in quanto maggiormente nocivi, ossia PM₁₀, NO_x, SO_x, CO e CO₂.

Le simulazioni relative alle emissioni in atmosfera sono state effettuate utilizzando i dati provenienti dai modelli di traffico.

Da tali studi, è emerso che l'intervento oggetto di studio, non comporta un aumento emissivo, venendo a collocarsi in un'area già di per sé caratterizzata da elevati livelli di inquinamento atmosferico. In verità il progetto, tende a ridurre gli inquinanti emessi in virtù del fatto che gli interventi proposti portano ad una maggiore fluidità di scorrimento. Le modifiche alla S.S.67 prevedono infatti un aumento della capacità pari al 25% da parte della statale ed un incremento delle velocità medie dei veicoli.

Dal confronto tra gli scenari è evidente infatti una diminuzione delle emissioni atmosferiche che vanno da un 4,5% per l'NO_x fino a un 15% per CO e PM₁₀, imputabile proprio all'aumento della capacità e delle velocità medie dei veicoli circolanti, descritte precedentemente.

Per i dettagli si rimanda alla relazione specialistica "*Studio acustico ed atmosferico*".

5.3.2 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Al fine di stimare le concentrazioni degli inquinanti considerati nelle attività di monitoraggio durante la realizzazione dei lavori e l'esercizio dell'opera in progetto, sono state individuate complessivamente 5 stazioni che verranno divise in funzione degli stralci funzionali.

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio della qualità dell'aria è possibile fare riferimento all'elaborato grafico "Planimetria di localizzazione punti di monitoraggio".

5.3.3 METODOLOGIA E STRUMENTAZIONE

Tipologia di monitoraggio

Per il monitoraggio della qualità dell'aria si prevedono delle campagne mediante mezzo mobile sul territorio in prossimità dell'intervento, con particolare riferimento alle aree critiche più vicine all'infrastruttura in accordo ai risultati ottenuti dallo studio atmosferico.

Saranno utilizzati inoltre campionatori sequenziali/gravimetrici delle polveri e deposimetri, oltre che campionatori passivi.

Parametri da monitorare

Per quanto riguarda la qualità atmosferica nel suo complesso, non esiste alcun parametro che, preso singolarmente, possa essere considerato un indicatore esaustivo. Infatti, la stessa normativa in materia di inquinamento atmosferico, non prevede il calcolo di indici complessi ma stabilisce per ciascun indicatore, valori di riferimento.

Dovranno essere rilevati i seguenti parametri:

- Monossidi e biossidi di azoto (NO_x, NO₂);
- Monossido di carbonio (CO);
- Benzene;

- Ozono;
- Biossido di zolfo (SO₂);
- PM₁₀;
- PM_{2,5};
- PTS;
- Metalli su PM₁₀;
- Metalli pesanti (Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel)

Metodiche di monitoraggio

La metodica di monitoraggio si compone delle fasi di seguito descritte.

- Installazione: in tale fase vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio delle concentrazioni. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate e fotografate;
- Svolgimento della campagna di misure. Ogni campagna prevede lo scarico e l'analisi dei dati, la stampa dei grafici; la restituzione media oraria dei dati acquisiti. Tutti i parametri si intendono misurati in conformità alle normative attualmente in vigore. La rappresentazione grafica del trend dei dati rilevati; elaborazione file per caricamento dati output nel Sistema Informativo, condotti in situ e/o forniti dai laboratori di analisi;
- Compilazione di Rapporti di misura.

Nella realizzazione e collocazione delle stazioni di misurazione si dovrà tener conto degli aspetti indicati al punto 4 dell'allegato III del D.Lgs 155/2010:

- assenza di fonti di interferenza;
- protezione rispetto all'esterno;
- possibilità di accesso;
- disponibilità di energia elettrica e di connessioni telefoniche;
- impatto visivo dell'ambiente esterno;
- sicurezza della popolazione e degli addetti;
- opportunità di effettuare il campionamento di altri inquinanti nello stesso sito fisso di campionamento;
- conformità agli strumenti di pianificazione territoriale.

La strumentazione utilizzata relativa ai mezzi mobili si compone di alcuni laboratori mobili dotati di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno; questo permette agli analizzatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard. Le stazioni di rilevamento sono organizzate in tre blocchi principali:

- analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi;
- centralina per la valutazione dei parametri meteorologici;
- unità di acquisizione ed elaborazione dati.

In particolare, un analizzatore è tipicamente costituito da un sistema di aspirazione dell'aria (una pompa) che ne preleva una parte immettendola in una piccola camera, detta "cella di misura" e che contiene i dispositivi per la misura. Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici, mediante l'impiego di sensori:

- barometro,
- igrometro,
- gonio anemometro,
- pluviometro,
- radiometro,
- termometro.

I campionatori passivi sono dispositivi in grado di catturare gli inquinanti presenti nell'aria senza far uso di aspirazione forzata ma sfruttando il solo processo fisico di diffusione molecolare degli inquinanti. All'interno del campionatore è presente una sostanza, cioè un adsorbente specifico per ciascun inquinante, in grado di reagire con la sostanza oggetto di monitoraggio. Il prodotto che si accumula nel dispositivo in seguito alla reazione viene successivamente analizzato in laboratorio così da determinare quantitativamente l'inquinante accumulato.

Ciascun campionatore è costituito da:

- cartuccia adsorbente;
- piastra di supporto;
- corpo diffusivo;
- box per preservare la strumentazione dagli agenti atmosferici.

Il sistema di misura è costituito da un laboratorio mobile dotato di strumentazione del tipo a funzionamento in continuo in grado di monitorare i parametri indicati nel paragrafo precedente in automatico. In particolare, i singoli sistemi automatizzati sono conformi alle prescrizioni del D.P.C.M. 28 marzo 1983, al D.P.R. 24 maggio 1988 n.203, così come riportato dal Rapporto ISTISAN 89/10, dal D.M. 20 maggio 1991, DM 60 del 2 aprile 2002 e dal recente DLGS 155/2010.

Le apparecchiature mediante le quali sarà effettuato il monitoraggio della qualità dell'aria dovranno essere sottoposte a verifiche periodiche, ovvero a controlli della risposta strumentale su tutto il campo di misura. A seconda del tipo di analizzatore installato, consistono in controlli con cadenza almeno annuale o con periodicità più frequente secondo indicazioni fornite dal costruttore o in base alla criticità dell'impianto e comunque dopo interventi di manutenzione conseguenti a guasto degli analizzatori.

In apposito registro saranno riportati tutti gli interventi effettuati sul sistema, sia di verifica che di manutenzione, secondo le indicazioni richieste.

Le operazioni di taratura dovranno essere eseguite periodicamente (almeno con cadenza annuale o secondo indicazioni diverse del costruttore) e comunque dopo ogni intervento di manutenzione sulla strumentazione analitica a seguito di guasto o dopo una modifica impiantistica che comporti variazione all'emissione.

Per quanto concerne le verifiche in campo, esse consistono nelle attività destinate all'accertamento della corretta esecuzione delle misure nelle effettive condizioni operative di tutta la catena di misura. Esse sono condotte sotto la supervisione dal Responsabile di Settore e dovranno essere eseguite ogni anno con l'impianto nelle normali condizioni di funzionamento.

5.3.4 TEMPI E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

La costruzione e l'esercizio delle opere di progetto possono dar vita ad impatti sulla qualità dell'aria sia durante le fasi di costruzione delle opere stesse sia nella fase post operam.

Le emissioni che possono causare alterazione dei livelli di qualità dell'aria nelle zone limitrofe ai cantieri per la realizzazione dell'opera, sono quelle derivanti da qualsiasi fase lavorativa che può generare uno specifico inquinante perché utilizza o processa un materiale che lo contiene (o che contiene un suo precursore).

La complessità dell'opera determina quindi la necessità di monitorare la componente atmosferica nei tre momenti, ben distinti, identificabili, per consuetudine, nelle tre fasi in cui il progetto viene distinto:

- a) Ante Operam (AO);
- b) Corso d'Opera (CO);
- c) Post Operam (PO).

Il Piano di Monitoraggio Ante Operam prevede l'analisi di monitoraggi ad hoc in cui vengono rilevati gli inquinanti atmosferici allo stato attuale nell'area di intervento. La determinazione del fondo ambientale delle concentrazioni dei diversi contaminanti sarà pertanto affiancata in questa fase, per quanto possibile, all'individuazione delle cause generatrici dei singoli inquinanti presenti nelle aree di indagine. Si precisa che il monitoraggio ante operam è relativo sia al 1° che al 2° stralcio.

Il monitoraggio in Corso d'Opera viene predisposto in funzione della distribuzione spaziale e temporale delle diverse attività di cantiere individuando le aree di lavorazione maggiormente critiche per la componente atmosfera. Questo consente di disporre di segnali tempestivi per poter attivare eventuali azioni correttive rispetto a quelle preventive già predisposte ed adottate sulla base degli esiti degli studi di impatto e del progetto dei cantieri (es.: emissioni da cumuli, movimenti terra e mezzi d'opera). Allo stesso modo del PMA Ante Operam, per ogni punto di monitoraggio individuato vengono analizzate le concentrazioni di inquinanti ed i parametri meteorologici.

In ultimo, il monitoraggio da effettuare nella fase Post Operam ha una durata fissata pari ad 1 anno. In particolare, tali dati consentono di effettuare sia il confronto con la fase di ante-operam a fine lavori, ossia in assenza di emissioni/immissioni dovute alla fase di costruzione, sia per disporre di un nuovo quadro conoscitivo "ex-ante" rispetto all'esercizio delle opere (in particolare qualora fossero intervenuti altri fattori indipendenti dai lavori a modificare lo stato di qualità dell'aria).

La frequenza e la durata delle misure, opportunamente definite, con attenzione alla singola fase di monitoraggio, consentiranno di valutare, attraverso la misura degli indicatori ritenuti significativi, lo stato di qualità dell'aria e l'entità degli effetti indotti dalla realizzazione delle opere e dall'esercizio delle infrastrutture.

Di seguito vengono specificate le tempistiche dei monitoraggi Ante Operam, in Corso d'Opera e Post Operam, sia in relazione alla durata della specifica indagine sia alla ripetitività della stessa durante il periodo di monitoraggio.

La durata delle attività inerenti al monitoraggio Ante Operam e Post Operam sarà pari ad un anno solare in modo da

considerare la qualità dell'aria e le dinamiche temporali per le varie stagioni, mentre per la fase di Corso d'Opera il monitoraggio avrà la durata della costruzione.



Qui di seguito si riporta in forma tabellare i tempi e le frequenze di campionamento per le singole fasi dell'opera.

COMPONENTE	FASE	PARAMETRI	METODOLOGIA	STAZIONI	N° STAZIONI	FREQUENZA	DURATA	
QUALITA' DELL'ARIA	ANTE OPERAM (COMUNE PER 1° E 2° STRALCIO)	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
		MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 14 gg per il pacchetto base così composto: NO2, NOX, CO, BENZENE, OZONO, SO2, PM10, PM2.5, PTS	Centralina mobile per 14 gg			bimestrale	4 mesi	
		MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 14 gg DI CASCUN ULTERIORE COMPONENTE, APPARTENENTE ALLA CATEGORIA DEI COMPONENTI GASSOSI rispetto al set di minimo di campioni: BTEX (l'acronimo di benzene, toluene, etilbenzene e xilene)	Centralina mobile per 14 gg	ST1 ST3 ST5	3	bimestrale	4 mesi	
		1) Toluene 2) Etilbenzene 3) Xilene						
		MONITORAGGIO CON CAMPIONATORE SEQUENZIALE GRAVIMETRICO DELLE POLVERI Per il giorno e per ciascun inquinante appartenente alla categoria delle polveri: PTS: PM10, PM2.5	Campionatore sequenziale/gravimetrico per 14 gg			bimestrale	4 mesi	
		MONITORAGGIO CON CAMPIONATORE SEQUENZIALE GRAVIMETRICO DELLE POLVERI Per filtro e per ogni altro giorno di misura		ST1 ST3 ST5	3			
	MONITORAGGIO DI CASCUN INQUINANTE APPARTENENTE ALLA CATEGORIA DEI METALLI (Metalli pesanti)	Campionamento per 14 gg			bimestrale	4 mesi		
	1) Piombo Pb 2) Arsenico As 3) Cadmio Cd 4) Nichel Ni							
	Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure							
	Rapporto di campagna							
	Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase							
	CORSO D'OPERA 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
		MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg per il pacchetto base così composto: NO2, NOX, CO, BENZENE, OZONO, SO2, PM10, PM2.5, PTS	Stazione fissa per 7 gg		ST3	1	trimestrale	4,5 anni
		MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg DI CASCUN ULTERIORE COMPONENTE, APPARTENENTE ALLA CATEGORIA DEI COMPONENTI GASSOSI rispetto al set di minimo di campioni: BTEX (l'acronimo di benzene, toluene, etilbenzene e xilene)	Stazione fissa per 7 gg			trimestrale	4,5 anni	
		1) Toluene 2) Etilbenzene 3) Xilene						
		MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg per il pacchetto base così composto: NO2, NOX, CO, BENZENE, OZONO, SO2, PM10, PM2.5, PTS	Stazione mobile per 7 gg			trimestrale	4,5 anni	
		MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg DI CASCUN ULTERIORE COMPONENTE, APPARTENENTE ALLA CATEGORIA DEI COMPONENTI GASSOSI rispetto al set di minimo di campioni: BTEX (l'acronimo di benzene, toluene, etilbenzene e xilene)	Stazione mobile per 7 gg	ST1 ST4 ST5	3	trimestrale	4,5 anni	
	1) Toluene 2) Etilbenzene 3) Xilene							
	Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure							
	Rapporto di campagna							
Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase								
CORSO D'OPERA 2° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio							
	MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg per il pacchetto base così composto: NO2, NOX, CO, BENZENE, OZONO, SO2, PM10, PM2.5, PTS	Stazione fissa per 7 gg		ST3	1	trimestrale	1,5 anni	
	MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg DI CASCUN ULTERIORE COMPONENTE, APPARTENENTE ALLA CATEGORIA DEI COMPONENTI GASSOSI rispetto al set di minimo di campioni: BTEX (l'acronimo di benzene, toluene, etilbenzene e xilene)	Stazione fissa per 7 gg			trimestrale	1,5 anni		
	1) Toluene 2) Etilbenzene 3) Xilene							
	MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg per il pacchetto base così composto: NO2, NOX, CO, BENZENE, OZONO, SO2, PM10, PM2.5, PTS	Stazione mobile per 7 gg			trimestrale	1,5 anni		
	MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg DI CASCUN ULTERIORE COMPONENTE, APPARTENENTE ALLA CATEGORIA DEI COMPONENTI GASSOSI rispetto al set di minimo di campioni: BTEX (l'acronimo di benzene, toluene, etilbenzene e xilene)	Stazione mobile per 7 gg	ST2	1	trimestrale	1,5 anni		
1) Toluene 2) Etilbenzene 3) Xilene								
Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure								
Rapporto di campagna								
Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase								
POST OPERAM 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio							
	MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg per il pacchetto base così composto: NO2, NOX, CO, BENZENE, OZONO, SO2, PM10, PM2.5, PTS	Stazione mobile per 7 gg			trimestrale	1 anno		
	MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg DI CASCUN ULTERIORE COMPONENTE, APPARTENENTE ALLA CATEGORIA DEI COMPONENTI GASSOSI rispetto al set di minimo di campioni: BTEX (l'acronimo di benzene, toluene, etilbenzene e xilene)	Stazione mobile per 7 gg	ST1 ST3 ST5	3	trimestrale	1 anno		
1) Toluene 2) Etilbenzene 3) Xilene								
Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure								
Rapporto di campagna								
Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase								
POST OPERAM 2° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio							
	MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg per il pacchetto base così composto: NO2, NOX, CO, BENZENE, OZONO, SO2, PM10, PM2.5, PTS	Stazione mobile per 7 gg			trimestrale	1 anno		
	MONITORAGGIO DEGLI AGENTI INQUINANTI per 7 gg DI CASCUN ULTERIORE COMPONENTE, APPARTENENTE ALLA CATEGORIA DEI COMPONENTI GASSOSI rispetto al set di minimo di campioni: BTEX (l'acronimo di benzene, toluene, etilbenzene e xilene)	Stazione mobile per 7 gg	ST3 ST2	2	trimestrale	1 anno		
1) Toluene 2) Etilbenzene 3) Xilene								
Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure								
Rapporto di campagna								
Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase								

5.4 GESTIONE DELLE ANOMALIE

Si definisce "condizione anomala" ogni situazione in cui si ha il superamento del limite di legge e del valore di ante-operam.

Si ritiene opportuno che ogni parametro anomalo registrato venga segnalato tramite apposita scheda che riporti un preciso riferimento al punto in cui è avvenuto il superamento, al parametro in oggetto e alle possibili cause.

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà aprendo una scheda anomalia riportante le seguenti indicazioni e che dovrà essere inviata alla Responsabile del M.A. e all'organo di controllo:

- date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
- parametro o indice indicatore di riferimento;
- superamento della soglia di impatto o descrizione dell'impatto qualitativo rilevato;
- cause ipotizzate e possibili interferenze;
- note descrittive e eventuale foto;
- verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

Successivamente si procederà tenendo il parametro anomalo sotto controllo, eventualmente aumentando il numero delle campagne con un'ulteriore ripetizione di misura e controllando che il parametro rientri.

5.4.1 Azioni correttive

Una volta riscontrato il valore anomalo, per la componente in esame si dovrà procedere come segue:

- verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione e ripetizione della misura;
- confronto con lo stato di Ante Operam.

Nel caso il parametro non presenti più anomalia, si procede alla chiusura della medesima.

Qualora l'anomalia sia nuovamente riscontrata, si procederà in accordo con la Responsabile del M.A. e con l'Ente di controllo a tenere il parametro anomalo sotto controllo, eventualmente aumentando il numero delle campagne e verificando che il parametro rientri.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo senza una giustificazione adeguata legata alle lavorazioni in essere, si concorderà con la responsabile del M.A. e con l'Ente di controllo se e quale azione correttiva intraprendere.

L'azione mitigativa da intraprendere dipende dal tipo di parametro atmosferico oggetto di superamento e dalla collocazione temporale dello stesso: a seconda che il superamento avvenga in corso d'opera o post operam verranno prese delle differenti misure mitigative.

6 RUMORE

6.1 PREMESSA

Il progetto di monitoraggio della componente rumore vuole rappresentare un elemento operativo in grado di garantire l'adeguata conoscenza e il controllo del clima acustico e delle potenziali variazioni indotte dalla realizzazione delle opere in progetto. Il monitoraggio permette un adeguato controllo dei parametri in relazione ai limiti normativi vigenti sul territorio e alla classificazione acustica dell'area interessata dal tracciato.

Il monitoraggio esplica la funzione di prevenzione laddove la situazione ante-operam riveli condizioni di criticità o di elevata sensibilità. Il controllo è necessario in tutte le fasi previste: ante-operam, corso d'opera e post-operam. In base ai risultati delle misure è possibile pianificare e progettare opportuni interventi di mitigazione, da associarsi agli interventi già previsti e/o realizzati.

6.2 STUDI PREGRESSI

In risposta alle osservazioni e richieste di integrazioni della Regione Emilia Romagna, relative alle emissioni sonore derivanti dai flussi stradali attuali e futuri che incidono sulla Strada Statale n.67, la società AIRIS S.r.l. ha svolto delle analisi relativamente agli aspetti acustici in relazione ai flussi traffico nello scenario ante operam ed a quelli conseguenti le modifiche apportate dall'adeguamento in oggetto, nonché alla viabilità comunale interessata dalle modifiche alle intersezioni e dalle chiusure degli attuali accessi.

Al fine di supportare le analisi acustiche e di qualità dell'aria è stato necessario implementare un modello di traffico dall'estensione territoriale tale da contenere le infrastrutture oggetto di studio, oltre ad un intorno sufficientemente ampio per valutare gli effetti sulla vicina rete stradale; per tale motivo, è stata condotta una campagna di monitoraggio del traffico mediante dispositivi di conteggio automatico e telecamere.

Lo studio dell'inquinamento acustico ha assunto come scopo, una volta analizzato il clima acustico attuale, la definizione del clima acustico previsionale e quindi la verifica della compatibilità acustica futura delle opere oggetto di verifica, in riferimento alla presenza di specifiche sorgenti di rumore, esistenti e di progetto. Tale analisi è finalizzata al conseguimento di una valutazione dell'impatto acustico dell'opera in grado di determinare preliminarmente gli eventuali elementi di criticità, costituendo così un importante elemento di indirizzo progettuale per la tutela dei recettori sensibili.

Per la definizione dello scenario ante operam, si è fatto riferimento alla caratterizzazione dell'ambito di analisi mediante indagine acustica strumentale e contemporanei rilievi di traffico. La situazione acustica è stata poi analizzata in base agli scenari di riferimento tramite simulazioni modellistiche adottando una serie di ricettori posizionati in corrispondenza di aree o edifici in grado di restituire elementi descrittivi e di verifica particolarmente significativi, soprattutto in riferimento alle previste modificazioni che coinvolgeranno l'ambito di analisi.

Gli scenari di riferimento significativi considerati per la specifica componente ambientale sono i seguenti:

- stato della componente nello scenario attuale;
- compatibilità dello scenario futuro di esercizio;
- compatibilità nello scenario di realizzazione dell'intervento.

6.3 RIFERIMENTI NORMATIVI

6.3.1 NORMATIVA COMUNITARIA

- La Direttiva 92/97/CEE del 1992, entrata in vigore nel 1996 e relativa ai trasporti stradali, ha portato ad una riduzione del livello di emissione sonora delle automobili di 8 dB(A); inoltre un'evoluzione normativa che riguarda i livelli di emissione dei motocicli ha portato in 16 anni ad una riduzione di 6dB(A). La diminuzione dei livelli di emissione è però compensata da nuovi contributi acustici come l'aumento del traffico, la mancanza di controlli periodici sui mezzi finalizzati al rispetto delle condizioni di omologazione e la lenta sostituzione dei veicoli vecchi.
- La Direttiva n°49 del giugno 2002 si pone l'obiettivo generale di giungere alla definizione di metodi e standard comuni circa la gestione del rumore ambientale.
- La Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 presenta le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità.

6.3.2 NORMATIVA NAZIONALE

La disciplina legata al rumore era in passato rappresentata da una serie eterogenea di norme generali che tuttavia non erano accompagnate da una adeguata normativa tecnica, il che ne impediva la concreta applicazione.

Con il *DPCM 1° marzo 1991*, il Ministero dell'Ambiente, in virtù delle competenze generali in materia di inquinamento acustico assegnate dalla Legge 349/1986, di concerto con il Ministero della Sanità, ha redatto un testo di legge che riporta i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

In seguito, la *Legge Quadro n. 447/95* ha stabilito i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno ed abitativo dall'inquinamento acustico. Il conseguimento delle finalità legislative viene ricercato con una strategia di azione completa che prevede attività di "prevenzione ambientale" (classificazione acustica del territorio comunale, valutazioni di impatto ambientale, ecc.) e di "protezione ambientale" (controllo dei livelli di inquinamento acustico, piani di risanamento, ecc.). La Legge Quadro individua in un sistema pubblico-privato il soggetto deputato all'attuazione della strategia di azione delineata, definendo in dettaglio le competenze in materia per i vari enti (Stato, Regioni, Province, Comuni ed enti privati).

A seguito di tale legge quadro sono stati adottati una serie di Decreti attuativi tra i quali:

- *Decreto Ministero dell'Ambiente 11/12/96 - Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo*

Nelle aree non esclusivamente industriali si applica anche il concetto di limite differenziale, che è pari a 5 dB in periodo diurno e 3 dB in periodo notturno e che si basa sulla definizione di rumore ambientale (cioè il rumore globale immesso presso il ricettore sensibile che "contiene" la specifica sorgente disturbante) e di rumore residuo (il rumore residuale che si ottiene escludendo dal rumore ambientale il contributo della specifi-

ca sorgente disturbante).

- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14/11/97 -Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore (G.U. n. del 1° dicembre 1997)*
In attuazione a quanto stabilito dalla Legge Quadro, il decreto determina i valori limite di emissione, immissione, di attenzione, di qualità e definisce le classi di destinazione d'uso del territorio sulla base delle quali devono effettuare la classificazione.
- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5/12/97 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici (G.U. n. 297 del 22 dicembre 1997)*
Il decreto classifica gli ambienti abitativi in 7 categorie e stabilisce per ognuna di esse i requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti (partizioni orizzontali e verticali: pareti esterne, interne, solai, ...) e degli impianti tecnologici.
- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 16/03/98 -Tecnica di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U. n. 76 del 1° aprile 1998)*
Il decreto, emanato in ottemperanza al disposto dell'art. 3 comma 1 lettera c) della Legge Quadro sull'inquinamento acustico, individua le specifiche che devono essere soddisfatte dal sistema di misura e le relative norme di riferimento.
- *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31/03/98 -Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica (G.U. n. 120 del 26 maggio 1998)*
Questo decreto chiarisce finalmente i molteplici dubbi legati alla figura del tecnico competente, professionalità nuova creata dalla Legge Quadro.
- *Decreto del Ministero dell'Ambiente 29/11/2000 (G.U. n. del 6 dicembre 2000)*
Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli Enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- *DPR n. 142 del 30/3/2004 -Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare*
- *D. Lgs. 19 agosto 2005 n.194 – Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale*
- *D. Lgs. 17 febbraio 2017 n. 42 - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.*

6.3.3 Normativa regionale

Per quanto riguarda le infrastrutture stradali, l'Emilia Romagna si è provvista di una legge propria a riguardo dello specifico settore, il *DPR n. 142 del 30/03/2004*, che fissa i limiti acustici relativi alle fasce di pertinenza stradale entro le quali il rumore generato dall'infrastruttura stradale va valutato separatamente dalle rimanenti sorgenti. All'esterno di tali specifiche fasce di pertinenza, i contributi acustici riferibili alle diverse sorgenti presenti nell'intorno territoriale vanno invece sommati.

6.4 STRUTTURA DELLA RETE DI MONITORAGGIO

La scelta del dimensionamento e posizionamento dei punti di misura deve rispondere all'esigenza di ottenere un quadro conoscitivo dettagliato e approfondito dei livelli di inquinamento acustico e delle sue cause negli ambiti territoriali interessati dal progetto di monitoraggio. Inoltre, definiti i criteri generali, la localizzazione iniziale dei punti di misura viene effettuata sulla base della documentazione di progetto disponibile e sulle caratteristiche del sistema ricettore presente sul territorio. Tuttavia è necessario predisporre un'architettura facilmente e dinamicamente riconfigurabile sulla base dell'evolversi della situazione operativa dei lavori previsti e dei risultati stessi dell'attività di monitoraggio. In particolare, le attività di monitoraggio in corso d'opera e post-operam potranno far emergere la necessità di modificare la scelta dei siti ottimizzandone la localizzazione.

6.4.1 Criteri di scelta dei punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio sono selezionati considerando i seguenti criteri:

Caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore

Le caratteristiche di sensibilità del sistema ricettore sono definite in base alle attuali destinazioni d'uso del territorio e, quando disponibili, agli strumenti urbanistici vigenti.

Il tracciato in esame interessa il Comune di Ravenna.

Il Comune di Ravenna ha approvato la "Classificazione acustica" con deliberazione del Consiglio Comunale n.54 – P.G. 78142/15 in data 28/05/2015, esecutiva a termini di legge dal 20/06/2015. Tale zonizzazione acustica del territorio comunale, è redatta ai sensi della Legge Quadro sull'inquinamento acustico n. 447/1995 e Legge Regionale n. 15/2001 "Disposizioni in materia di inquinamento".

Successivamente, in conseguenza a varianti agli strumenti urbanistici, sono state approvate 3 varianti alla zonizzazione acustica.

Attuale presenza di sorgenti di rumore

La presenza di sorgenti di rumore non correlabili alle attività in progetto è riferita a: infrastrutture di trasporto stradale principali e secondarie, infrastrutture di trasporto ferroviario, insediamenti industriali, impianti tecnologici fissi, ecc...

Previsioni di impatto dell'infrastruttura

Per il controllo dei cantieri e del fronte di avanzamento dei lavori sarà valutata:

- Distanza dei ricettori dalle aree di cantiere
- Distanza dei ricettori dalla viabilità di cantiere

- Distanza dei ricettori dal fronte avanzamento lavori

Le tipologie di ricettori identificati a seguito di sopralluoghi preliminari e alla consultazione del censimento dei ricettori sono:

- tessuto urbano residenziale e isolato
- commerciale, terziario
- industriale, artigianale
- misto
- aree sensibili

6.4.2 Parametri acustici rilevati

Per rumore si intende un suono che presenti caratteristiche tali, sia come qualità, sia come intensità, da risultare fastidioso o addirittura dannoso per la salute. Il suono è un'oscillazione di pressione che si propaga in un mezzo elastico (gassoso, liquido o solido). Le principali caratteristiche di un suono sono le seguenti:

1. Frequenza (f): numero di cicli completi nell'unità di tempo; la caratteristica di un suono, da basso ad acuto, dipende dalla frequenza.
2. Ampiezza (A): ampiezza dell'onda; è un parametro indicativo del livello sonoro (il cosiddetto volume).
3. Velocità di propagazione: nell'aria in condizioni standard di temperatura,
4. Umidità e pressione è pari a 344 m/s (1.238 km/h). Le grandezze fisiche idonee a definire una sorgente sonora sono:
5. Potenza acustica: energia sonora irradiata dalla sorgente, si misura in watt;
6. Intensità acustica: potenza acustica che attraversa una superficie unitaria perpendicolare alla direzione di propagazione; più ci si allontana dalla sorgente e maggiore è la superficie interessata. L'unità di misura è il watt/m²;
7. Pressione acustica: perturbazione subita dall'aria per effetto della sorgente sonora; è equivalente alla differenza tra la pressione p(t) in un dato istante e quella p₀ esistente prima dell'inizio del fenomeno sonoro. È questa la grandezza che meglio descrive il fenomeno acustico e viene espressa in Pascal;
8. Pressione sonora: poiché la pressione istantanea varia molto rapidamente in funzione del tempo, in acustica si misura il valore efficace delle variazioni (valore quadratico medio), chiamato pressione sonora (N/m²).

Data l'ampiezza del campo dinamico dell'udito umano si preferisce esprimere i parametri acustici come logaritmo del rapporto tra valore misurato (p) ed un valore di riferimento pari alla più piccola pressione in grado di produrre una sensazione sonora (p₀):

$$L_p = 10 \log_{10} (p^2 / p_0^2)$$

Come unità di misura viene utilizzato il decibel (dB); in effetti il dB non è una vera unità di misura, bensì un modo per esprimere una misura.

È possibile in tal modo comprimere la gamma dei rumori in un range compreso tra 0 e 120 dB, ogni 3 dB si ha un raddoppio della pressione sonora (fattore di scambio =3).

Indicatori primari

I rumori, anche quelli stazionari, presentano sempre delle fluttuazioni; per tale motivo, al fine di meglio valutarne l'esposizione, è stato ricavato il cosiddetto *Livello equivalente continuo* (Leq) che rappresenta il livello di un ipotetico rumore costante, della stessa durata ed energeticamente equivalente al rumore variabile misurato: è in pratica la media del fenomeno complessivo.

Poiché l'orecchio umano non presenta la stessa sensibilità alle diverse frequenze, occorre correggere le misure mediante delle *curve di ponderazione* che tengano conto della minore sensibilità alle alte e, soprattutto, alle basse frequenze. La curva utilizzata per le misure di rumorosità ambientale è la curva A: per tale motivo, i risultati vengono indicati come dBA. La seguente figura riporta gli andamenti in frequenza delle curve normalizzate di ponderazione.

Il livello continuo equivalente di pressione sonora si esprime con la formula:

$$L_{EQ} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right)$$

T_e = durata dell'esposizione al rumore;

p_0 = 20 μ Pa valore della pressione sonora di riferimento;

p_A = pressione acustica istantanea ponderata secondo la curva A.

Il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A ed è utilizzato per la definizione dei limiti di accettabilità. Il limite di accettabilità viene corretto in presenza di componenti tonali e/o di componenti impulsive.

La normativa italiana prevede che siano utilizzati descrittori sia per definire i limiti riferiti al livello sonoro di una specifica sorgente sia per definire il livello complessivo dell'insieme delle sorgenti. L'evoluzione degli approcci normativi, comunitari e nazionali, richiede però che la quantificazione dei livelli sonori debba essere distinta per tipologia di sorgente. Nel caso specifico della valutazione del rumore generato dalle infrastrutture di trasporto, il parametro acustico SEL (livello sonoro di un singolo evento LAE) può servire a quantificare il contenuto energetico di ogni singolo passaggio veicolare.

Il SEL è definito come il livello di segnale continuo della durata di un secondo che possiede lo stesso contenuto energetico dell'evento considerato e serve per quantificare energeticamente un singolo evento di rumore.

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB(A)$$

Componenti tonali e impulsive

In base al Decreto 16 marzo 1998, un rumore è considerato avente componenti impulsive quando l'evento è ripetitivo e quando la differenza tra i livelli massimi della pressione sonora misurati con costanti di tempo "slow" e "impulse" è superiore a 6dB; inoltre la durata dell'evento a -10dB dal valore del livello massimo con costante di tempo "fast" è in-

feriore ad 1 secondo. Un evento sonoro impulsivo si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno. In tali casi il valore di $Leq(A)$ deve essere maggiorato di 3 dBA.

Nel caso in cui si riconosca soggettivamente la presenza di componenti tonali di rumore, il Decreto 16 marzo 1998 richiede che venga svolta una analisi spettrale del rumore per bande di $1/3$ di ottava. Quando all'interno di una banda di $1/3$ di ottava, il livello di pressione sonora supera di almeno 5 dB i livelli di pressione sonora di ambedue le bande adiacenti, viene riconosciuta la presenza di componenti tonali penalizzanti nel rumore. È inoltre necessario che le componenti tonali abbiano carattere stazionario nel tempo e in frequenza. Anche in questo caso, il valore del rumore misurato in $Leq(A)$ deve essere maggiorato di 3 dBA.

Componenti bassa frequenza

Se le analisi in frequenza svolte per la verifica delle componenti tonali rilevano la presenza di componenti tonali tra 20 Hz e 200 Hz si applica, limitatamente al periodo notturno, una correzione ulteriore di 3 dBA.

Indicatori secondari

Il livello equivalente di rumore utilizzato dalla normativa italiana come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un dato cieco per quanto riguarda la natura delle sorgenti. I valori di livello equivalente che il sistema di rilevamento fornisce devono quindi poter essere interpretati con l'ausilio di altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore.

Tale esigenza è particolarmente sentita nei casi in cui il monitoraggio del rumore è affidato a stazioni fisse che, funzionando autonomamente senza l'ausilio costante di un tecnico, non sono accompagnate da un responso di "fonometria auricolare".

Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, l'andamento temporale in dBA fast, lo spettro di frequenza, ecc. L'analisi della distribuzione statistica in bande può inoltre, in alcuni casi, fornire una significativa opportunità per migliorare l'interpretazione dei dati rilevati. Gli indicatori che tuttavia hanno dimostrato la più alta specificità in caso di monitoraggi stradali sono i livelli percentili L_5 , L_{50} , L_{95} , il livello massimo L_{max} e il livello minimo L_{min} .

Livello percentile L_5 : L'indice percentile L_5 connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco).

Livello percentile L_{50} : L_{50} è utilizzabile come indice di valutazione del flusso autoveicolare: se il flusso veicolare totale aumenta, l'indice L_{50} tende al valore di Leq rispetto al quale si mantiene di 2-3 dBA più basso. Se il flusso veicolare ha caratteristiche di discontinuità ed è di natura "locale", tale differenza può raggiungere e superare i 20 dBA.

Livello percentile L_{95} : L'indice percentile L_{95} è rappresentativo del rumore di fondo dell'area in cui è localizzata la stazione di monitoraggio e consente di valutare il livello delle sorgenti fisse che emettono con modalità stazionarie.

Livello massimo L_{max} : Il livello massimo L_{max} connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico quali il passaggio di moto, di autoambulanze, etc. e consente di individuare, se è disponibile la time-history in dBA fast, gli

eventi statisticamente atipici da eliminare nella valutazione del rumore ambientale di breve o lungo periodo.

L_{max} è il migliore descrittore del disturbo e delle alterazioni delle fasi del sonno, e di tutte le condizioni di esposizione dove conta di più il numero degli eventi ad alto contenuto energetico rispetto alla "dose" (fasi di apprendimento, disturbo alle attività didattiche, attività che richiedono concentrazione, etc.).

Livello minimo L_{min} : La sequenza storica dei livelli minimi L_{min} consente di verificare l'entità del rumore di fondo ambientale. In area urbana, dove il rumore di fondo è dovuto sostanzialmente al traffico veicolare, L_{min} diventa un indicatore del volume di traffico complessivo in transito nell'area: i valori massimi di L_{min} indicano i momenti in cui si verificano i flussi massimi. Nel caso di sorgenti fisse che emettono rumore continuo, L_{min} è l'unico riscontro oggettivo del loro livello e della loro durata.

Distribuzione statistica: L'analisi statistica della distribuzione dei livelli di rumore all'interno del periodo di misura integra le informazioni fornite dai livelli statistici e mette a disposizione ulteriori elementi di valutazione del clima di rumore.

6.4.3 Metodiche per l'effettuazione delle misure

Al fine di garantire uno svolgimento qualitativamente omogeneo delle misure ante-operam, in corso d'opera e post-operam, la ripetibilità delle misure e la possibilità di creare un catalogo informatizzato aggiornabile ed integrabile nel tempo, è necessario che le misure siano 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.

Il monitoraggio è programmato sulla base di metodiche unificate in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo. Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano inoltre 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.

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:

- a) Acquisizione dati pregressi;
- b) Sopralluoghi preliminari in campo;
- c) Misure di breve periodo con postazioni mobili per la caratterizzazione del traffico e delle attività di cantiere;
- d) Misure di 7 giorni con postazioni fisse per la caratterizzazione ante-operam e del rumore da attività di cantiere;
- e) Misure di breve periodo per il rumore in ambiente abitativo.

6.5 LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

La localizzazione dei punti di monitoraggio destinati al sistema di controllo del rumore correlato alla realizzazione dell'opera in progetto, viene effettuata in base alle informazioni territoriali disponibili, alla relazione di cantierizzazione e alle indicazioni presenti nello Studio Preliminare Ambientale.

Il monitoraggio ante operam è stato già svolto dallo studio Airis s.r.l., come precedentemente illustrato, posizionando le seguenti stazioni di misura:

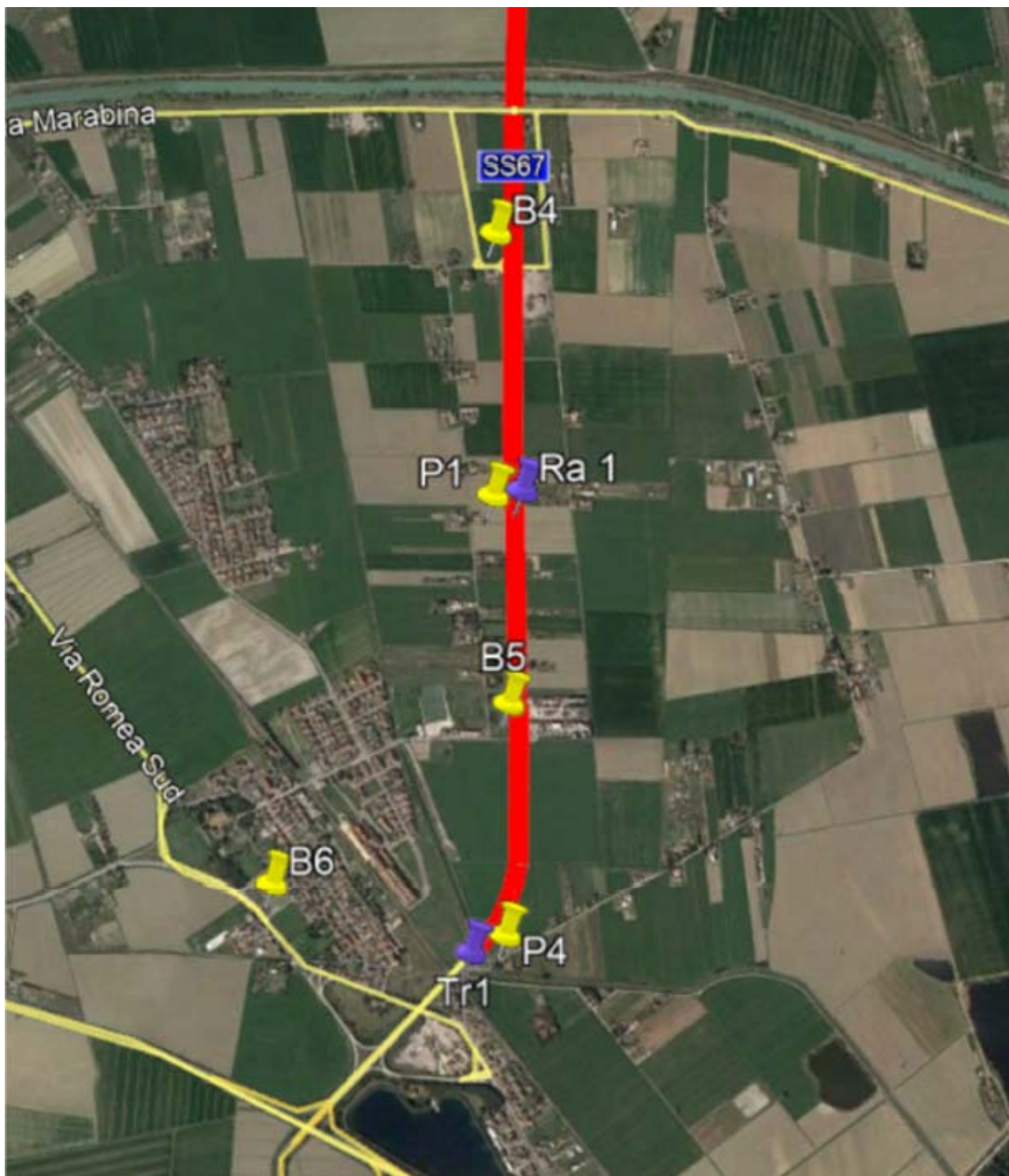
- N. 4 postazioni P, ossia postazioni in cui è stata svolta una misura di lunga durata (24 h);
- N. 6 postazioni B, ossia postazioni in cui è stata svolta una misura di breve durata (30 min.)

La scelta della metodica dipende dalle caratteristiche delle principali sorgenti presenti nel territorio e dal livello di criticità atteso.

Successivamente, a seguito della suddivisione in stralci dell'intero progetto, si è ritenuto di inserire nel presente piano, in particolare nella fase ante operam un punto di misura localizzato in corrispondenza della spalla Sud del Viadotto Fiumi Uniti in quanto risulta presente un ricettore molto vicino alle aree di intervento (prevalentemente del 2° stralcio). Il punto di monitoraggio è indicato con la codifica RUM_P5; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico: ToolAooAMBPU01A.

Per la fase CO e PO non vi sarà più una distinzione sulle modalità di misurazione in quanto le misure saranno tutte di lunga durata in continuo per 24 h.





Le tre fasi di cui si compone il monitoraggio acustico (AO, CO e PO) verificano aspetti distinti della fenomenologia rumore: le fasi di AO e PO sono volte a definire il clima acustico delle aree territoriali in cui si inserisce l'infrastruttura

e, quindi, a quantificare l'impatto del traffico veicolare sull'ambiente circostante e verificare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate; la fase di CO, invece, si focalizza sul controllo della rumorosità di cantiere e sul disturbo che le lavorazioni producono sul pubblico esposto a tale fenomeno.

Avendo a disposizione lo studio effettuato da Airis S.r.l. all'inizio dell'anno corrente relativamente alla fase attuale (AO), il monitoraggio dovrà accorparsi per la parte ante operam al punto RUM_P5 e successivamente si concentrerà nelle fasi realizzazione (CO) e messa in esercizio dell'infrastruttura (PO).

La fase di CO del monitoraggio acustico deve seguire l'evoluzione della cantierizzazione dell'opera e lo sviluppo costruttivo dell'infrastruttura nel suo insieme; per tale motivo, fatte salve le modalità operative da adottare per le misurazioni, per quanto concerne la frequenza delle misure saranno fornite delle tempistiche indicative considerato che le attività di monitoraggio dovranno concentrarsi sulle lavorazioni più rumorose in funzione delle reali condizioni di attività dello specifico cantiere.

Il campionamento per la fase di cantiere verrà quindi effettuato quando, in prossimità, di ogni singolo recettore si concentrano le attività di cantiere più rumorose per verificare se le mitigazioni adottate sono sufficienti a contenere la variazione dei livelli di pressione acustica entro i limiti di accettabilità per la popolazione locale.

I punti previsti per il monitoraggio della componente rumore sono i medesimi del rilevamento ante opera, in modo tale da poter confrontare i risultati ottenuti ed eventualmente riscontrare peggioramenti rispetto alla condizione attuale dovuti alle lavorazioni e/o allargamento stradale.

Si premette che, essendo il progetto suddiviso in stralci funzionali, non vi saranno tutti i punti di misura ma soltanto quelli riferiti al singolo stralcio. Qui di seguito si riporta un estratto delle attività, con frequenza e durata del monitoraggio:

COMPONENTE	FASE	PARAMETRI	METODOLOGIA	STAZIONI	N° STAZIONI	FREQUENZA	DURATA	
RUMORE	ANTE OPERAM (COMUNE PER 1° E 2° STRALCIO)	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
		Rilevo acustico in continuo	Misurazione per 24 h	RUM_P5	1	bimestrale	4 mesi	
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
		Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
	CORSO D'OPERA 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio			RUM_B1 RUM_B2 RUM_B3 RUM_B4 RUM_B5 RUM_B6 RUM_P1 RUM_P2 RUM_P3 RUM_P4	10	trimestrale	4,5 anni
		Rilevo acustico in continuo	Misurazione per 24 h					
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
		Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
	CORSO D'OPERA 2° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio			RUM_B2 RUM_B3 RUM_B4 RUM_P5	4	trimestrale	1,5 anni
		Rilevo acustico in continuo	Misurazione per 24 h					
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
		Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
	POST OPERAM 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio			RUM_P1 RUM_P3 RUM_B3 RUM_B4	4	annuale	1 anno
		Rilevo acustico in continuo	Misurazione per 24 h					
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
		Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
POST OPERAM 2° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio			RUM_B2 RUM_B3 RUM_B4 RUM_P5	4	annuale	1 anno	
	Rilevo acustico in continuo	Misurazione per 24 h						
	Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure							
	Rapporto di campagna							
	Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase							

6.6 GESTIONE DELLE ANOMALIE

Come per la precedente matrice atmosferica, si definisce "condizione anomala" ogni situazione in cui si ha il superamento del limite di legge e del valore di ante-operam.

Si ritiene opportuno che ogni parametro anomalo registrato (nella fattispecie il valore di Leq) venga segnalato tramite apposita scheda che riporti un preciso riferimento al punto in cui è avvenuto il superamento, al parametro in oggetto e alle possibili cause.

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà aprendo una scheda anomalia riportante le seguenti indicazioni e che dovrà essere inviata al responsabile del M.A.:

- date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
- parametro o indice indicatore di riferimento;
- superamento della soglia di impatto o descrizione dell'impatto qualitativo rilevato;
- cause ipotizzate e possibili interferenze;
- note descrittive e eventuale foto;
- verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

Successivamente si procederà tenendo il parametro anomalo sotto controllo, eventualmente aumentando il numero delle campagne con un'ulteriore ripetizione di misura e controllando che il parametro rientri.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo senza una giustificazione adeguata legata alle lavorazioni in essere, si definisce con il responsabile del M.A. se e quale azione correttiva intraprendere.

6.6.1 Criteri per la definizione dei livelli di criticità

Il DPCM 1991 si propone di stabilire i limiti di accettabilità dei livelli di rumore, validi su tutto il territorio nazionale, quali misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e dell'esposizione urbana al rumore, ormai quasi interamente superata dalla Legge Quadro 447/95 in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico che fissa i limiti adeguati al progresso tecnologico ed alle esigenze emerse in sede di applicazione del presente decreto.

I limiti ammissibili in ambiente esterno sono stabiliti dal DPCM, sulla base del piano di zonizzazione acustica redatto dai Comuni che, sulla base di indicatori di natura urbanistica, suddividono il proprio territorio in zone diversamente "sensibili". A tali zone sono associati dei livelli limite di rumore diurno e notturno, espressi in termini di livello equivalente continuo (Leq) misurato con curva di ponderazione A, corretto per tenere conto dell'eventuale presenza di componenti impulsive o componenti tonali, come precedentemente esposto. Tale valore è definito livello di rumore ambientale corretto, mentre il livello di fondo, in assenza della specifica sorgente è detto livello di rumore residuo.

L'accettabilità del rumore da infrastrutture di trasporto si basa sul rispetto del criterio seguente:

- il criterio assoluto, riferito agli ambienti esterni, per il quale è necessario verificare che il livello di rumore ambientale corretto non superi i limiti assoluti stabiliti in funzione della destinazione d'uso del territorio e della fascia oraria (*Tabella 3 e Tabella 4*), con modalità diverse a seconda che i comuni siano dotati o meno di Piano Regolatore comunale o che abbiano già adottato la zonizzazione acustica comunale.

In fase di cantiere l'accettabilità del rumore si basa sul rispetto anche del criterio differenziale, riferito agli ambienti confinati, per il quale la differenza tra il livello di rumore ambientale corretto ed il livello di rumore residuo non deve superare i 5 dB(A) nel periodo diurno (ore 6:00-22:00) e 3 dB(A) nel periodo notturno (ore 22:00-06:00). Le misure s'intendono effettuate all'interno del locale disturbato a finestre aperte. Il rumore ambientale non deve comunque superare i valori di 60 dB(A) nel periodo diurno e 45 dB(A) nel periodo notturno. Il rumore ambientale è sempre accettabile se, a finestre chiuse, non si superano i valori di 40 dB(A) di giorno e 30 dB(A) di notte.

Tabella 3 - Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq A) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento, in mancanza di zonizzazione (Tab. 1, Art. 6 DPCM 1/3/91 e DM 2/4/68)

FASCIA TERRITORIALE	DIURNO (06-22) Leq(A)	NOTTURNO (22-06) Leq(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona urbanistica A	65	55
Zona urbanistica B	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Tabella 4 - Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq A) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento (Tab. 2, Allegato B del DPCM 1/3/91)

FASCIA TERRITORIALE	DIURNO (06-22) Leq(A)	NOTTURNO (22-06) Leq(A)
I Aree protette	50	40
II Aree residenziali	55	45
III Aree miste	60	50
IV Aree ad intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

Pertanto i livelli di criticità per la componente ambientale in oggetto saranno individuati dal non rispetto degli standard o dei valori limite definiti dalle leggi (nazionali e comunitarie); in particolare il non rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno definiti dal DPCM 1/3/1991 (Tabella 1 e 2 del decreto), in base agli strumenti di pianificazione urbanistica (Tabella 1) oppure in base alle classi di zonizzazione acustica del territorio ove adottato e/o approvato (Tabella 2).

Per i recettori da monitorarsi in prossimità dei cantieri si considereranno come limiti assoluti di zona quelli vigenti, salvo considerare i valori limite previsti in deroga a seguito della presentazione di documentazione previsionale di impatto acustico presso i Comuni attraversati dagli stessi. Per tali recettori si procederà in fase di cantiere alla verifica dei limiti differenziali all'interno delle abitazioni.

6.6.2 Azioni correttive

Ove si dovessero verificare anomalie nell'ambito delle azioni correttive da prodursi si prevedono i seguenti step:

- comunicazione del dato di misura;
- verifica della strumentazione utilizzata;
- successiva misura per validare il dato di misura.

Difatti la condizione di anomalia sarà comunicata in fase di ante operam e di post operam al responsabile del M.A. e agli organi di controllo e in fase di corso d'opera al responsabile del M.A., agli organi di controllo e alla D.L..

L'azione mitigativa da intraprendere dipende dal livello di superamento del parametro acustico e dalla collocazione temporale dello stesso: a seconda che il superamento avvenga in corso d'opera o post operam verranno prese delle differenti misure mitigative.

7 VIBRAZIONI

7.1 PREMESSA

Il problema del disturbo alla propagazione di vibrazioni prodotte da attività umane risulta essere di primaria importanza soprattutto nelle aree urbanizzate e al tessuto industriale.

L'obiettivo del monitoraggio della componente "Vibrazioni" intende verificare in maniera approfondita e sistematica la prevenzione, l'individuazione e il controllo dei possibili effetti negativi prodotti sui ricettori contermini l'infrastruttura oggetto di studio indotti dalle attività di realizzazione dell'opera.

Il piano di monitoraggio è finalizzato alla descrizione della situazione allo stato attuale, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione del progetto al fine di definire i livelli di vibrazione presenti nel territorio interessato, alla verifica dei livelli raggiunti in corso d'opera, in particolare presso i cantieri e i fronti di avanzamento dei lavori, in corrispondenza delle zone dove, secondo la tipologia delle lavorazioni, sono presumibili alterazioni dei livelli attuali.

In fase di esercizio, il monitoraggio sarà limitato a punti critici – definiti anche in base alle risultanze delle analisi sinora condotte – in funzione dello scorrimento del traffico sull'opera realizzata.

7.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il quadro normativo per la valutazione delle vibrazioni non costituisce al momento una base di riferimento molto dettagliata per la caratterizzazione del fenomeno e dei suoi effetti. La normativa italiana risulta infatti ancora carente sotto questo aspetto ed è costituita da alcune norme tecniche, rendendo conto degli effetti registrabili sulla struttura degli edifici e sui ricettori che li occupano, e non specifica alcun limite generale per il contenimento delle vibrazioni stesse.

Di seguito è riportato un breve elenco dei principali riferimenti normativi comunitari e nazionali, con sintesi dei rispettivi contenuti.

7.2.1 NORMATIVA COMUNITARIA

- *Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue n. 2002/44/Ce*: Esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da vibrazioni - Testo consolidato
- *DIN 4150-1*: Rilevamento preliminare delle grandezze caratteristiche delle oscillazioni
- *DIN 4150-2*: Effetti sull'uomo negli edifici
- *DIN 4150-3*: Effetti sui manufatti
- *ISO 4866*: Vibrazioni meccaniche ed impulsi - Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici.
-

7.2.2 Normative italiane e internazionali

- *UNI 9614*: Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- *UNI 9916*: Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici;
- *UNI 9513*: vibrazioni ed urti – vocabolario
- *DM 9/1/1996* "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, nor-

male e precompresso e per le strutture metalliche".

La normativa si occupa della sicurezza a fatica nel DM 9/1/1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento normale e precompressati e per le strutture metalliche".

Per quanto riguarda la misura delle vibrazioni negli edifici ed i criteri di valutazione del disturbo, in Italia si fa riferimento alla norma UNI 9614 del 2017 che è in parziale accordo con i contenuti di altre norme internazionali: ISO 2631/1 e ISO 2631/2 del 2003.

La norma si occupa dei livelli di tollerabilità nei confronti del disturbo agli occupanti degli edifici ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi. Le vibrazioni vengono espresse mediante il livello L in dB del valore efficace dell'accelerazione ponderata in m/s^2 .

Poiché gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, per la misura vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Analogamente a quanto avviene per la misura del rumore, dove viene applicata una curva di ponderazione A nella banda di frequenza 20Hz-20kHz, anche nel campo vibrazionale viene applicata una ponderazione per tenere conto della diversa sensibilità del corpo umano alle differenti frequenze per esposizioni in direzione longitudinale alla colonna dorsale (asse z), in direzione trasversale (asse x-y), con postura non nota o variabile.

Le valutazioni (previsioni e/o misure dirette di controllo) debbono essere condotte facendo riferimento a livelli (RMS) di accelerazione ponderati con le curve spettrali prima indicate; anche per questo aspetto le altre norme europee fanno anche riferimento a livelli vibrazionali espressi in termini di velocità di vibrazione.

Il territorio va suddiviso in Aree classificate in funzione della destinazione d'uso in senso urbanistico; in appendice alla norma UNI 9614 sono individuate cinque aree, ognuna con limiti diversi: aree critiche, abitazioni (notte), abitazioni (giorno), uffici, fabbriche. La tabella successiva riporta i limiti stabiliti dalla norma suddetta, con l'indicazione dei valori relativi all'accelerazione e alla velocità, definiti quale soglia vibrazionale al di sopra della quale possono verificarsi disturbi a carico degli abitanti della zona interessata. E' bene precisare che tali valori sono appena superiori alla soglia di percezione e di molto inferiori a quelli minimi di rischio per la salute.

Per quanto concerne le "accelerazioni critiche", si può considerare quanto indicato nella UNI 9614 che propone i seguenti valori di soglia delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza a cui fare riferimento.

Tali valori sono riferiti a vibrazioni di livello costante con periodi di riferimento diurni compresi tra le 7:00 e le 22:00 e notturni tra le 22:00 e le 7:00. La UNI 9614 definisce una vibrazione di livello costante quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow" (variabilità di 1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB.

Nel caso di vibrazioni di livello non costante (quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow", varia nel tempo in un intervallo di ampiezza maggiore a 5 dB), il parametro fisico da misurare è l'accelerazione equivalente a_{w-eq} o il corrispondente livello in decibel, definiti dalla legge seguente:

$$a_{eq} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right] \quad \text{in m/s}^2 \text{ oppure in dB} \quad L_{w-eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{a_w(t)}{a_0} \right)^2 dt \right]$$

dove T è la durata del rilievo in secondi.

In tale caso i valori limite si considerano ancora quelli delle tabelle 2 e 3 precedenti.

La norma UNI 9614 definisce le vibrazioni impulsive quando sono generate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

Nel caso in cui il numero di impulsi giornaliero sia maggiore di 3, i limiti della precedente tabella, relativamente alle "Abitazioni giorno", alle "Fabbriche" e agli "Uffici" vanno ridotti in base al numero di eventi e alla loro durata. Non sono invece previste riduzioni in Aree critiche (ricettori sensibili, ovvero ricettori ove sia indispensabile il mantenimento al minimo possibile il valore di accelerazione strutturale) e per le Abitazioni nel periodo notturno (per la salvaguardia del sonno).

I limiti si ottengono in tal caso dai precedenti (espressi in m/s²) moltiplicandoli per un coefficiente F definito come:

Impulsi di durata inferiore ad un secondo $F = 1,7 N^{-0,5}$

Impulsi di durata superiore ad un secondo $F = 1,7 N^{-0,5} t^{-k}$

con :

N = numero di impulsi

T = durata dell'evento

k = 1,22 costante per pavimenti in calcestruzzo

k = 0,32 costante per pavimenti in legno

Qualora i limiti così calcolati fossero minori dei limiti previsti per le vibrazioni di livello costante dovranno essere adottati come limiti questi ultimi valori.

Nel caso in cui le vibrazioni misurate superino i valori limite riportati nelle tabelle precedenti, i fenomeni vibratorii possono essere considerati oggettivamente disturbanti per le strutture e/o per un individuo presente all'interno. Il giudizio sull'accettabilità del disturbo può dunque essere emesso considerando la frequenza e la durata delle vibrazioni disturbanti.

Tabella 5 - Valori e livelli limite delle accelerazioni ponderati del disturbo vibrazionale

CLASSE	DESTINAZIONI D'USO DEL TERRITORIO	LIVELLO [dBPa]			ACCELERAZIONE [mm/s ²]			VELOCITA' [µm/s]		
		Asse Z	Assi X Y	Var.	Long.	Trasv.	Var.	Long.	Trasv.	Var.
I	Aree critiche	74	71	71	5,0	3,6	3,6	100	280	100

II	Abitazioni(notte)	77	74	74	7,0	5,0	5,0	140	400	140
III	Abitazioni(giorno)	80	77	77	10,0	7,2	7,2	200	560	200
IV	Uffici	86	83	83	20,0	14,4	14,4	400	1.100	400
V	Fabbriche	92	89	89	40,0	28,8	28,8	800	2.200	800

7.3 CRITERI GENERALI DI MONITORAGGIO

La caratterizzazione delle sorgenti di vibrazione presenti sul territorio prevede la misura dei livelli direttamente emessi, rilevati in prossimità della sorgente, sia per sorgenti fisse che mobili.

Nel caso di traffico stradale la contabilizzazione delle portate veicolari viene direttamente condotta dagli operatori addetti alle misure.

I rilievi ed i monitoraggi sono realizzati assumendo definiti valori di riferimento in relazione alle condizioni climatiche ed alla variabilità del ciclo giornaliero, settimanale, stagionale ed annuale delle sorgenti di emissione, intese come tipologia e come flusso. Ciò al fine di escludere condizioni esterne anomale che potrebbero alterare il significato delle misure in termini di confronto tra condizioni non comparabili.

Relativamente agli aspetti climatici, è opportuno evitare misure in condizioni di temperatura esterna inferiore a 0°C. Deve anche essere considerata la variabilità dei livelli di falda in grado di influenzare i meccanismi di propagazione delle vibrazioni nel suolo.

La misura dei disturbi vibrazionali nei ricettori e l'eventuale necessità di misurare e caratterizzare le vibrazioni anche in prossimità delle sorgenti di disturbo, richiede l'impiego dei seguenti sensori di misura:

- Accelerometri per misure in prossimità delle sorgenti di disturbo.
- Terne sismometriche per la misura dei disturbi vibrazionali nei ricettori.

7.3.1 Parametri indicatori rilevati

Per ogni campagna di misura o rilievo saranno prodotti i seguenti documenti:

Piano delle misure contenente:

- Data d'inizio e durata di esecuzione dell'indagine
- Ricettori oggetto dell'indagine
- Strumentazione di misura da utilizzare
- Modalità di fissaggio dei trasduttori
- Direzione assi di sensibilità degli strumenti di misura rispetto alle coordinate di riferimento
- Tipo di acquisizione (manuale o automatica)
- Frequenza di campionamento
- Durata singola acquisizione
- Numero acquisizioni per le differenti fasce orarie e differenti condizioni di disturbo esterno.
- Rapporto tecnico delle misure contenente:
 - Localizzazione, descrizione e valutazione delle sorgenti di disturbo

- Descrizione delle caratteristiche ambientali influenti sui processi di propagazione delle vibrazioni
- Descrizione e classificazione dei ricettori ai sensi della UNI 9916
- Descrizione dei punti, delle modalità e delle condizioni di misura
- Descrizione delle modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati per la valutazione delle grandezze di riferimento (indicatori)

Il rapporto tecnico sarà corredato da documentazione fotografica, da elaborati grafici esplicativi in scala idonea alla localizzazione delle sorgenti, dei ricettori e dei punti di misura, e da tabelle e diagrammi dei risultati.

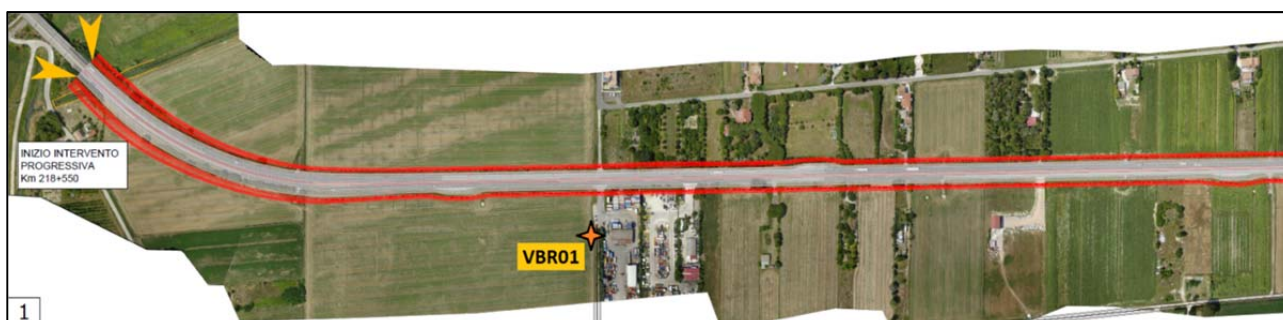
7.3.2 Validazione dei dati

Sulla base del protocollo di validazione previsto, i dati rilevati in campo sono trasmessi al centro elaborazione solamente dopo essere stati accettati come validi. La verifica di attendibilità e qualità dei dati rilevati sarà compito esclusivo del responsabile dell'attività di monitoraggio vibrazionale. Il personale tecnico operativo deve aver svolto le indagini in conformità alle Istruzioni Tecniche definite per ciascuna metodica di monitoraggio e secondo quanto prescritto dalle norme UNI 9614 e UNI 9916. Tutta la strumentazione di misura utilizzata deve essere conforme alle prescrizioni indicate dalla norma IEC 184, IEC 222 e IEC 225 ed in possesso dei regolari certificati di taratura (in corso di validità) rilasciati da laboratori accreditati o dalle case costruttrici.

Lo svolgimento delle campagne di monitoraggio consente di acquisire informazioni dirette sui parametri ambientali condizionanti la propagazione delle vibrazioni e sugli indicatori necessari per una corretta caratterizzazione vibrazionale dell'ambiente. Per ogni punto di monitoraggio, a seguito dei rilevamenti effettuati e dopo le relative validazioni, si rendono disponibili una serie di informazioni che vengono inserite nella banca dati per le successive attività di analisi, elaborazione e sintesi.

7.3.3 Punti di monitoraggio individuati

La misura della vibrazione verrà effettuata in corrispondenza degli edifici più prossimi all'area di cantiere nel momento in cui si prevede lo svolgimento dell'attività più significativa ai fini della generazione delle vibrazioni (ad esempio la compattazione dell'allargamento di rilevato stradale). In occasione dello svolgimento di tali attività, si effettuerà una misura per verificare, come detto, l'esistenza di eventuali criticità ed attuare, quindi, delle misure atte a contenere l'entità di queste vibrazioni. Si prevedono, come illustrato nella figura che segue, 4 punti di monitoraggio.





7.3.4 Frequenza e durata del monitoraggio

Qui di seguito riportiamo un estratto tabellare utilizzato nella computazione in cui vengono riportate per le singole fasi la frequenza di misurazione e la durata.

COMPONENTE	FASE	PARAMETRI	METODOLOGIA	STAZIONI	N° STAZIONI	FREQUENZA	DURATA	
VIBRAZIONI	ANTE OPERAM (COMUNE PER 1° E 2° STRALCIO)	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio		VBR_01 VBR_02 VBR_03 VBR_04	4	quadrimestrale	4 mesi	
		Rilievo dei livelli di vibrazione in continuo	Misurazione per 24 h					
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
		Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
	CORSO D'OPERA 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio			VBR_01 VBR_03 VBR_04	3	trimestrale	4,5 anni
		Rilievo dei livelli di vibrazione in continuo	Misurazione per 24 h					
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
		Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
	CORSO D'OPERA 2° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio			VBR_02 VBR_03	2	trimestrale	1,5 anni
		Rilievo dei livelli di vibrazione in continuo	Misurazione per 24 h					
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
		Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
	POST OPERAM 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio			VBR_01 VBR_03 VBR_04	3	annuale	1 anno
		Rilievo dei livelli di vibrazione in continuo	Misurazione per 24 h					
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
		Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
POST OPERAM 2° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio			VBR_02 VBR_03	2	annuale	1 anno	
	Rilievo dei livelli di vibrazione in continuo	Misurazione per 24 h						
	Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure							
	Rapporto di campagna							
	Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase							

7.4 GESTIONE DELLE ANOMALIE

Come per la precedente matrice atmosferica, si definisce "condizione anomala" ogni situazione in cui si ha il superamento del limite di legge.

Si ritiene opportuno che ogni parametro anomalo registrato venga segnalato tramite apposita scheda che riporti un preciso riferimento al punto in cui è avvenuto il superamento, al parametro in oggetto e alle possibili cause.

Qualora venisse riscontrata una situazione anomala si procederà aprendo una scheda anomalia riportante le seguenti indicazioni e che dovrà essere inviata al Responsabile del M.A.:

- o date di emissione, sopralluogo e analisi del dato;
- o parametro o indice indicatore di riferimento;
- o superamento della soglia di impatto o descrizione dell'impatto qualitativo rilevato;
- o cause ipotizzate e possibili interferenze;
- o note descrittive e eventuale foto;
- o verifica dei risultati ottenuti (da compilare successivamente).

Successivamente si procederà tenendo sotto controllo il parametro anomalo, eventualmente aumentando il numero delle campagne e controllando che il parametro rientri.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo senza una giustificazione adeguata legata alle lavorazioni in essere, si definisce con il Responsabile del M.A. se e quale azione correttiva intraprendere.

7.4.1 Criteri per la definizione dei livelli di criticità

Le norme di riferimento per questo tipo di disturbo sono la ISO 2631 e la UNI 9614 che indicano nell'accelerazione del moto vibratorio, il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone. Poiché l'accelerazione è una grandezza vettoriale, la descrizione completa del fenomeno vibratorio deve essere effettuata misurando la variabilità temporale della grandezza in tre direzioni mutuamente ortogonali.

Un altro parametro assai importante da quantificare ai fini del disturbo alle persone è il contenuto in frequenza dell'oscillazione dei punti materiali. Per quanto riguarda l'organismo umano, è noto che esso percepisce in maniera più marcata fenomeni vibratorii caratterizzati da basse frequenze (1-16 Hz) mentre, per frequenze più elevate la percezione diminuisce. Il campo di frequenze d'interesse è quello compreso tra 1 e 80 Hz.

Questo è quanto si evince dalla norma ISO 2631, che riporta i risultati di studi effettuati sottoponendo l'organismo umano a vibrazioni pure (ossia monofrequenza) di frequenza diversa.

Nel caso di vibrazioni multifrequenza, ossia composte dalla sovrapposizione di armoniche di diversa frequenza, del tipo di quelle indotte da lavorazioni, per la definizione di indicatori di tipo psico-fisico legati alla capacità percettiva dell'uomo, occorre definire un parametro globale.

Infatti la risposta dell'organismo umano alle vibrazioni dipende oltre che dalla loro intensità anche dalla loro frequenza.

Tale parametro globale, definito dalla UNI 9614 (che recepisce la ISO 2631), è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza a_w , che risulta essere il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerogramma misurato adottando degli opportuni filtri che rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo.

A tal proposito, poiché non risulta noto a priori se l'individuo soggetto al fenomeno vibratorio risulta sdraiato, seduto

o in piedi, bisognerà utilizzare la curva di pesatura per "postura non nota o variabile" (UNI 9614 Prospetto I).

Nel caso si utilizzassero sistemi di acquisizione senza filtri di ponderazione, il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza può essere calcolato effettuando un'analisi dell'accelerogramma misurato in terzi d'ottava nell'intervallo 1-80 Hz. Ai livelli riscontrati banda per banda va sottratta una quantità pari a quella definita dall'attenuazione dei filtri di ponderazione (UNI 9614 Prospetto I).

Per quanto riguarda i valori di soglia delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza a cui fare riferimento, vengono considerate la Tabella 6 e la Tabella 7 riportate separatamente per asse Z e assi X e Y. Nel caso s'impieghi il filtro valido per posture non note o variabili nel tempo, si assumono come limiti i valori relativi agli assi X e Y.

Tabella 6 - Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per l'asse Z (Prospetto II - UNI 9614)

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s ²	dB
Aree critiche	5,0 · 10 ⁻³	74
Abitazioni notte	7,0 · 10 ⁻³	77
Abitazioni giorno	10,0 · 10 ⁻³	80
Uffici	20,0 · 10 ⁻³	86
Fabbriche	40,0 · 10 ⁻³	92

Tabella 7 - Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per gli assi X e Y (Prospetto III - UNI 9614)

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	m/s ²	dB
Aree critiche	3,6 · 10 ⁻³	71
Abitazioni notte	5,0 · 10 ⁻³	74
Abitazioni giorno	7,0 · 10 ⁻³	77
Uffici	14,4 · 10 ⁻³	83
Fabbriche	28,8 · 10 ⁻³	89

I valori sopra riportati sono riferiti a vibrazioni di livello costante con periodi di riferimento diurni compresi tra le ore 7:00 e le ore 22:00 e viceversa notturni tra le 22:00 e le 7:00. È da precisare che la UNI 9614 definisce una vibrazione di livello costante quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB. Nel caso di vibrazioni di livello non costante (quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tem-

po "slow" (1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza maggiore a 5 dB), il parametro fisico da misurare è l'accelerazione equivalente a_{w-eq} . Per quanto attiene ai valori limite si considerano ancora quelli esposti nelle tabelle precedenti. La norma UNI 9614 definisce le vibrazioni impulsive quando sono generate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

Per tale tipologia di vibrazioni, se il numero di eventi giornalieri N è non maggiore di 3, il valore dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza va confrontato con i limiti riportati nella *Tabella 8*.

Tabella 8 - Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per vibrazioni impulsive (Prospetto V - UNI 9614)

Destinazione d'uso	Asse Z		Asse X e Y	
	m/s^2	dB	m/s^2	dB
Aree critiche	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazioni notte	$7,0 \cdot 10^{-3}$	76	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni giorno	0,3	109	0,22	106
Uffici	0,64	116	0,46	113
Fabbriche	0,64	116	0,46	113

Nel caso in cui il numero di impulsi giornaliero sia maggiore di 3, i limiti della precedente tabella, relativamente alle "Abitazioni giorno", alle "Fabbriche" e agli "Uffici" vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata. Nessuna riduzione è prevista per le "Aree critiche" e per le "Abitazioni notte".

I nuovi limiti si ottengono dai precedenti (valori in m/s^2) moltiplicandoli per il coefficiente F così definito:

Impulsi di durata inferiore ad un secondo	Impulsi di durata superiore ad un secondo
$F = 1.7N^{-0.5}$	$F = 1.7N^{-0.5}t^{-k}$

Con:

t= durata dell'evento;

k= 1,22 per pavimenti in calcestruzzo;

k= 0,32 per pavimenti in legno.

Qualora i limiti così calcolati fossero minori dei limiti previsti per le vibrazioni di livello costante dovranno essere adottati come limiti questi ultimi valori.

Le tabelle precedenti evidenziano che gli ambienti critici in relazione al disturbo alle persone sono le aree critiche

come le camere operatorie ospedaliere e i laboratori in cui si svolgono operazioni manuali particolarmente delicate e gli edifici residenziali con particolare riferimento al periodo notturno.

Nel caso in cui le vibrazioni misurate superino i valori limite riportati nelle tabelle precedenti, i fenomeni vibratorii possono essere considerati oggettivamente disturbanti per un individuo presente all'interno di un edificio. Il giudizio sull'accettabilità del disturbo deve essere emesso considerando la frequenza e la durata delle vibrazioni disturbanti.

Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, sono stati osservati danni strutturali ad edifici e/o strutture. È da notare, però, che tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani, i cui livelli sono riportati nelle norme ISO 2631 e UNI 9614.

Tale considerazione è facilmente deducibile dal confronto dei valori riportati nelle norme che riportano i danni sull'uomo (ISO 2631 e UNI 9614) con i valori nelle norme che riguardano i danni strutturali (UNI 9916 ed ISO 4866), pertanto le prime sono state scelte quale riferimento, poiché riportano dei valori limite più restrittivi.

In definitiva, soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili. Come unica eccezione sono da annoverare le vibrazioni che incidono su monumenti e beni artistici di notevole importanza storico-monumentale, i quali devono essere trattati come punti singolari con studi e valutazioni mirate, comunque non presenti nell'area d'intervento.

Ne consegue che all'interno degli edifici residenziali non saranno eseguite misure finalizzate al danno delle strutture ma solo quelle relative al disturbo delle persone. Il riscontro di livelli di vibrazione che recano disturbo alle persone sarà condizione sufficiente affinché si intervenga nei tempi e nei modi opportuni per ridurre i livelli d'impatto.

7.4.2 Azioni correttive

Ove si dovessero verificare anomalie nell'ambito delle azioni correttive da prodursi si prevedono i seguenti step:

- comunicazione del dato di misura;
- verifica della strumentazione utilizzata;
- successiva misura per validare il dato di misura.

Difatti la condizione di anomalia sarà comunicata in fase di ante operam al Responsabile del M.A. e agli organi di controllo e in fase di corso d'opera al Responsabile del M.A., agli organi di controllo e alla D.L..

L'azione mitigativa da intraprendere dipende dal livello di superamento del parametro vibrazionale e dalla collocazione temporale dello stesso: a seconda che il superamento avvenga in corso d'opera o post operam verranno prese delle differenti misure mitigative.

8 AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI

8.1 PREMESSA

L'attività di monitoraggio della componente acque superficiali ha lo scopo di definire i seguenti aspetti:

- Determinare il livello di qualità ante-operam dei corpi idrici significativi interferiti dal tracciato di progetto;
- Valutare in fase di corso d'opera la presenza di eventuali impatti sui corpi idrici generati dalle attività e dalle opere di cantiere;
- Valutare in fase post-operam la presenza di eventuali impatti sui corpi idrici generati nella fase di esercizio.

8.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

8.2.1 NORMATIVA COMUNITARIA

- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 12 agosto 2013, n. 2013/39/UE - Direttiva che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque;
- Direttiva della Commissione delle Comunità europee 31 luglio 2009, n. 2009/90/Ce - Direttiva che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 16 dicembre 2008, n. 2008/105/CE - Direttiva sugli standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque (modifica e abrogazione delle Dir. 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE e modifica della Dir. 2000/60/CE);
- Direttiva del Parlamento europeo, 15 febbraio 2006, n. 2006/11/CE - Direttiva 2006/11/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 febbraio 2006 concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità;
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque;
- Direttiva 1991/271/CE del 21 maggio 1991 concernente il trattamento delle acque reflue urbane, ovvero la tipologia di trattamento che devono subire le acque reflue che confluiscono in reti fognarie prima dello scarico;
- Direttiva del Consiglio del 4 maggio 1976, n. 76/464/CEE - Direttiva concernente l'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità.

8.2.2 NORMATIVA NAZIONALE

- Legge 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green eco-

- nomia e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;
- D.Lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque. Entrata in vigore del provvedimento: 11/11/2015;
 - Legge 22 maggio 2015, n. 68 - Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente;
 - Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156 - Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
 - D.Lgs. 10 dicembre 2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/Ce relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/Cee, 83/513/Cee, 84/156/Cee, 84/491/Cee, 86/280/Cee, nonché modifica della direttiva 2000/60/Ce e recepimento della direttiva 2009/90/Ce che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/Ce, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
 - D.M. 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
 - Legge 25 febbraio 2010, n. 36 - Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue.
 - D.M. 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo";
 - Legge 27 febbraio 2009, n. 13 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
 - D.L. 30 dicembre 2008, n. 208 e ss.mm.ii. - Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;
 - D.M. 16 giugno 2008, n. 131 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto;
 - D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
 - D.Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 - Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
 - D.M. 2 maggio 2006 - Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;
 - D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale). In particolare, la Par-

- te Terza del suddetto decreto, concernente: "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" e successivi Decreti legislativi correttivi (D.Lgs. n. 284 del 8 novembre 2006, D.Lgs. n. 4 del 16 gennaio 2008);
- Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 27 maggio 2004 - Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose;
 - D.M. 6 aprile 2004, n.174 - Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano;
 - D.M. 12 giugno 2003, n. 185 – Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152;
 - D. M. 18 settembre 2002 e s.m.i. - Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque, ai sensi dell'art. 3, comma 7, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 52;
 - D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 e ss.mm.ii. - Attuazione della direttiva 98/83/Ce - Qualità delle acque destinate al consumo umano.

8.3 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio prevede una serie di campionamenti chimico-fisici-microbiologici, affiancati dai rilievi biologici per la determinazione dell'IBE e dalle misure di portata, da eseguire con cadenza definita.

Verranno analizzati gli stessi parametri relativi al monitoraggio delle acque sotterranee. In tal modo i parametri, oltre ad essere idonei alla valutazione delle eventuali interferenze prodotte dalle lavorazioni, aiuteranno anche a definire le possibili influenze reciproche tra le acque sotterranee e quelle superficiali.

Parametri chimico-fisici

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

- Temperatura;
- pH;
- conducibilità elettrica;
- potenziale redox;
- ossigeno disciolto.

Parametri chimici

Verranno rilevati i seguenti parametri:

- Idrocarburi totali;	- Cromo totale;
- Idrocarburi Btex;	- Cromo VI;
- Tensioattivi anionici e non ionici;	- Nichel;
- Alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni;	- Rame
- Alifatici alogenati cancerogeni;	- Zinco;

- IPA;	- Cadmio;
- Ferro;	- Amianto;
- Manganese;	- Solfati;
- Piombo;	- Alluminio.

I campioni, una volta prelevati, vengono riposti in contenitori refrigerati e mantenuti ad una temperatura idonea a garantirne la conservazione fino al recapito in laboratorio. La temperatura dei refrigeratori viene controllata con regolarità durante il trasporto.

Le analisi chimico-fisico-microbiologiche vengono condotte secondo metodi normativi nazionali, internazionali, ma anche sviluppati dal laboratorio, in conformità agli standard qualitativi adottati. La determinazione dei metalli riguarderà la frazione disciolta nel campione d'acqua ottenuta per filtrazione con filtro da 0.45 µm.

La misura della portata viene effettuata con il metodo delle verticali progressive; le misure sono effettuate a guado, dove possibile, e in sospensione dal ponte più vicino alla stazione di misura, se la portata del corpo idrico non consente la misura a guado.

La determinazione dell'IBE viene effettuata secondo quanto previsto dal manuale IBE e dal protocollo APAT-IRSA 29/2003 (sezione 9010).

8.3.1 Punti di monitoraggio individuati

I punti di monitoraggio sono stati individuati in corrispondenza della rete idrica principale rappresentata dal fiume Fiumi Uniti. Tali punti di monitoraggio sono individuati con codifica ASP_01 e ASP_02 e sono localizzati planimetricamente a monte e valle del viadotto che attraversa il fiume.

8.4 LO STATO DELLE RETI ESISTENTI

L'obiettivo del monitoraggio è quello di valutare l'entità e la persistenza delle alterazioni ambientali individuandone, per quanto possibile, le cause.

Nel caso in esame, come rilevato mediante le indagini realizzate in sito durante la campagna indagini prevista a Giugno 2019, il livello statico della falda freatica è stato raggiunto durante i sondaggi e le prove penetrometriche ad una profondità di 1-2 m dal piano campagna.

Il sistema delle acque superficiali può essere interferito dagli interventi di progetto nel caso in cui si verificano alterazioni della funzionalità idrografica-morfologica, idrologica-idraulica, interferenze con aree tutelate idraulicamente e potenzialmente allagabili.

Si ritiene che l'esecuzione delle opere non determinino impatti su tale componente ambientale in quanto, nonostante vi sia un corpo idrico interferente con il tratto in oggetto, tale corso d'acqua non presenta particolari criticità. A seguito della realizzazione degli interventi, le acque reflue saranno opportunamente convogliate con un sistema ad oggi carente e pertanto si ritiene che l'intervento antropico non andrà a peggiorare la qualità delle acque di falda in condizioni ordinarie di esercizio.

Per tale motivo, non si prevede il monitoraggio delle acque superficiali lungo il tracciato.

Le principali problematiche a carico della componente "ambiente idrico superficiale", in fase di costruzione, possono derivare dall'allargamento del viadotto che scavalca i Fiumi Uniti.

I potenziali impatti si esprimono sia in termini di alterazione temporanea delle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche delle acque sia di variazione del regime idrologico. Pertanto il monitoraggio delle acque superficiali ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni, risalendone, ove possibile, alle cause. La finalità delle campagne di misura consiste nel determinare se le variazioni rilevate siano imputabili alla realizzazione dell'opera e nel suggerire gli eventuali correttivi da porre in atto, in modo da ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico preesistente.

Le interferenze sul sistema delle acque superficiali indotte dalla realizzazione dell'opera possono essere discriminate considerando i seguenti criteri:

- presenza di aree destinate alla cantierizzazione che, provocando la movimentazione di terra, possono indurre un intorbidamento delle acque o nelle quali possono verificarsi sversamenti accidentali di sostanze inquinanti;
- durata delle attività che interessano il corpo idrico;
- scarico di acque reflue e recapito delle acque piovane provenienti dalle aree di cantiere.

8.4.1 Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale si baserà su:

- Misure di portata e analisi di parametri chimico-fisici in situ, rilevati direttamente mediante l'utilizzo di un mulinello (o galleggianti) e di sonde multiparametriche (**ACSU-ACQ-01**);
- prelievo di campioni per le analisi chimiche di laboratorio (**ACSU-ACQ-02**);
- determinazione dell'Indice Biotico Esteso (**ACSU-IBE**).

È previsto quindi l'utilizzo dei seguenti parametri di monitoraggio, che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere:

- Parametri idrologici (portata): sono necessari per desumere informazioni riguardo eventuali modificazioni del regime idraulico o variazioni dello stato quantitativo della risorsa;
- Parametri chimico-fisici in situ: sono i principali parametri fisico-chimici, misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori);
- Parametri chimici di laboratorio: sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione.

Per l'identificazione dei parametri sopracitati verranno applicate le metodologie di seguito espresse.

Misure di portata dei flussi a pelo libero

Le misure di portata potranno essere effettuate con metodo correntometrico (operando da passerella, da ponte o al guado) mediante mulinelli intestati su aste. Il numero complessivo delle verticali e dei punti di misura, il loro posizionamento reciproco e i tempi di esposizione del mulinello dovranno essere scelti in modo da definire correttamente il

campo di velocità, dopo aver eseguito il rilievo geometrico della sezione d'alveo. Solo nel caso di piccoli torrenti e fossi, quando è impossibile l'uso del mulinello a causa di stati idrologici di magra o in situazioni con portate inferiori a $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, la misura viene effettuata con galleggiante, determinando la velocità superficiale e osservando il tempo necessario ad un galleggiante per transitare tra sezioni a distanza nota e di cui si conosce la geometria, o con metodo volumetrico. In caso un fosso o un torrente rimanga secco, le misure di portata non verranno eseguite e tale condizione verrà annotata nella scheda di campo.

L'esecuzione delle misure di portata con il metodo correntometrico (mulinello) dovrà essere effettuata in due sezioni di monte e di valle, ricercando le condizioni migliori.

Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione. Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. In particolare si dovrà controllare l'efficienza dei cuscinetti e provvedere alla loro pulizia e lubrificazione. Si dovranno controllare i contatti elettrici ed il buon funzionamento del contagiri. Si dovrà verificare che l'elica non sia deformata e non abbia graffi o incisioni profonde. Ogni sezione dovrà essere completata utilizzando la stessa strumentazione. In caso di sostituzione degli apparecchi nel corso della misura, la sezione dovrà essere iniziata di nuovo.

La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore; in linea di massima il numero di verticali sarà maggiore quanto più la sezione risulti accidentata. Per ciascuna verticale è necessario effettuare una misura di velocità al fondo, una in superficie e una o più intermedie (in base alla profondità dell'alveo del corso d'acqua).

L'elaborazione dei dati correntometrici dovrà quindi fornire, partendo dalla matrice dei giri/secondo misurati:

- la matrice delle velocità;
- il poligono delle velocità per ogni verticale;
- la portata totale.

La sezione del corso d'acqua verrà dunque divisa idealmente in conci verticali, con lo scopo di ottenere sezioni caratterizzate da velocità omogenea, per i quali verrà calcolata una velocità media, derivante dalla media delle velocità misurata nelle diverse profondità del corso d'acqua; dalle misure della velocità media e dell'area delle sezioni potrà essere calcolata la portata per ogni sezione. Infine è possibile ottenere la portata totale del corso d'acqua sommando le portate delle singole sezioni.

Campionamento

Il monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali prevede campionamenti periodici, nei punti prestabiliti, di un quantitativo d'acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio.

Saranno effettuati campionamenti manuali, poiché nei campioni possono essere presenti elevate concentrazioni delle diverse specie di microinquinanti nella componente solida sospesa e/o in quella disciolta; inoltre non è necessario disporre di elevati volumi di acqua. Il campionamento manuale permette di raccogliere diverse aliquote di campioni in uno o più contenitori per poter essere successivamente filtrati ed analizzati in laboratorio.

Il prelievo dei campioni di acqua può essere effettuato con sistemi di campionamento costituiti da bottiglie verticali o orizzontali, così come previsto dai "Metodi analitici per le acque – APAT, IRSA-CNR", immerse nel filone principale

della corrente al di sotto del pelo libero.

Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza, evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere. I campioni saranno prelevati procedendo per campionamenti puntuali lungo verticali di misura della sezione. Il campionamento sarà quindi di tipo medio-continuo, raccogliendo in successione continua aliquote parziali, permettendo di avere un campione rappresentativo della sezione indagata. I contenitori utilizzati dovranno essere di materiale inerte tale da non adsorbire inquinanti, non desorbire i suoi componenti e non alterare la conducibilità elettrica e il pH.

Etichettatura dei contenitori

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

Conservazione e spedizione

I campioni vengono raccolti in opportuni contenitori e conservati alla temperatura di 4°C fino alla consegna al laboratorio analisi, la quale dovrà avvenire entro 24 ore dal prelievo. Dovranno inoltre essere conservati in frigorifero fino al momento dell'analisi in laboratorio, in modo da conservare il più possibile inalterate le caratteristiche dei costituenti. Le analisi saranno comunque effettuate nei tempi tecnici minimi possibili.

Misure con sonda multiparametrica

Utilizzando i metodi di campionamento descritti in precedenza, saranno misurati i parametri chimico-fisici delle acque in situ mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica immersa direttamente nel contenitore, al fine di disturbare il meno possibile il campione (soprattutto per la misurazione dell'ossigeno disciolto). I parametri chimico-fisici misurati saranno: temperatura, pH, potenziale redox, conducibilità e ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno restituiti dalla media di tre determinazioni consecutive; le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

Analisi chimiche e batteriologiche

Nella tabella che segue sono riportate indicazioni riguardo le possibili metodologie di analisi per le determinazioni di ciascun parametro. Non si esclude l'utilizzo di metodologie equivalenti in termini di limiti di rilevabilità.

Tabella 9 - Metodi per le determinazioni analitiche

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
pH	APA IRSA CNR n°2060	0	Determinazione per via polimetrica con elettrodo a vetro combinato con opportuno elettrodo di riferimento
Solidi sospesi totali	APAT IRSA-CNR n°2090	1 mg/l	Determinazione gravimetrica del residuo da filtrazione su membrana di porosità 0,45 µm
Conducibilità	APA IRSA CNR n°2030	Dipende dallo strumen-	Determinazione mediante ponte di Kohlrausch

		to	
Durezza totale	APAT IRSA-CNR n°2040	1 mg/l di CaCO ₃	Titolazione complessometrica con acido etilendiammino tetracetico.
Azoto totale	APAT IRSA-CNR n°4060	0,1 mg/l	Determinazione spettrofotometrica dei nitrati ottenuti dalla trasformazione per mineralizzazione basica di tutti i composti dell'azoto.
Azoto ammoniacale	APAT IRSA-CNR n°4030	0,05 mg/l	Determinazione spettrofotometrica mediante reattivo di Nessler.
Azoto nitrico	APAT IRSA-CNR n°4040	0,5 mg/l	Determinazione fotometrica mediante salicilato di sodio
Fosforo totale	APAT IRSA-CNR n°4060	0,001 mg/l	Determinazione spettrofotometrica degli ortofosfati ottenuti dalla trasformazione per mineralizzazione acida di tutti i composti del fosforo.
Ortofosfato	APAT IRSA-CNR n°4060	0,001 mg/l	Metodo spettrofotometrico al blu di molibdeno
Cloruri	APAT IRSA-CNR n°4090	5 mg/l	Metodo spettrofotometrico al blu di molibdeno
Solfati	APAT IRSA-CNR n°4140	10 mg/l	Determinazione spettrofotometrica della torbidità della sospensione generatasi dalla reazione con solfato di bario.
BOD ₅	APAT IRSA-CNR n°2090	10 mg/l	Determinazione mediante diluizione, senza inoculo
COD	APAT IRSA-CNR n°5130	5 mg/l	Determinazione per retrotitolazione delle sostanze ossidabili in una soluzione bollente di dicromato di potassio e acido solforico.
Escherichia coli	APAT IRSA-CNR n°7030	10 mg/l	Norma ISO 9308-3: 1998

Indice Biotico Esteso (IBE)

Il controllo biologico di qualità degli ambienti di acque correnti, basato sull'analisi delle comunità di macroinvertebrati (l'insieme di popolamenti di invertebrati visibili ad occhio nudo che vivono per almeno una parte della loro vita su substrati sommersi), rappresenta un approccio complementare al controllo fisico-chimico ed è in grado di fornire un giudizio sintetico sulla qualità complessiva dell'ambiente e di stimare l'impatto che le differenti cause di alterazione determinano sulle comunità che colonizzano i corsi d'acqua. A questo scopo è utilizzato l'indice I.B.E., che classifica la qualità di un corso d'acqua su una scala da 1 (massimo degrado) a 12 (qualità ottimale), suddivisa in 5 classi di qualità. I macroinvertebrati delle acque correnti, infatti, sono organismi sostanzialmente stabili che svolgono diversi ruoli ecologici e le cui popolazioni presentano differenti livelli di sensibilità alle modificazioni ambientali, quali temperatura, ossigeno disciolto, inquinanti, introduzione di nuove specie ad opera dell'uomo; i loro cicli vitali, inoltre, sono relativamente lunghi, per cui l'indice è particolarmente adatto a rilevare gli effetti nel tempo legati all'insieme di agenti disturbanti. L'applicazione dell'I.B.E. richiede una fase preliminare di studio dell'ambiente e di organizzazione delle campagne di campionamento, seguita da una fase di controllo in laboratorio delle comunità campionate, di verifica delle diagnosi formulate in campo, di organizzazione, registrazione ed elaborazione delle informazioni raccolte.

8.4.2 Criteri di identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio

La scelta dei punti da monitorare si realizza valutando l'interferenza tra il tracciato ed il reticolo idrografico. Sono da

considerare punti maggiormente esposti a potenziali modifiche quelli in corrispondenza degli attraversamenti del corso d'acqua principale (Fiumi Uniti) e quelli in corrispondenza delle aree di cantiere situate in prossimità dello stesso, che potrebbero essere quindi interessati da fenomeni di inquinamento derivante da stoccaggio di materiali, lavorazioni pericolose, etc.. La definizione dei punti di monitoraggio tra i corsi d'acqua interferenti con il tracciato deve considerare inoltre l'importanza del corpo idrico, la quale si può tradurre in un rilevante livello di fruizione antropica oppure in interesse naturalistico.

8.4.3 Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio

La fase di monitoraggio ante operam è caratterizzata per ciascun punto da campagne di misure fisico-chimiche e analisi cimbobatteriologiche con cadenza definita in base alla fase (AO, CO, PO); qui di seguito si riporta una tabella dove vengono riepilogate le frequenze delle attività di monitoraggio in ante operam, corso d'opera e post operam.

Tabella 10 - Attività di monitoraggio AO, CO e PO

Tipologia analisi	Stazioni di monitoraggio	Frequenza		
		AO	CO	PO
Verifica degli aspetti qualitativi chimici della risorsa idrica lacustre	ASP_01 ASP_02	bimestrale	trimestrale	trimestrale

Per completezza si riporta un estratto del computo in cui sono individuate frequenze e durate delle singole attività; come si evince dalla tabella riportata qui di seguito, per il 1° stralcio non vi sono attività di monitoraggio in quanto non necessarie.

COMPONENTE	FASE	PARAMETRI	METODOLOGIA	STAZIONI	N° STAZIONI	FREQUENZA	DURATA	
ACQUE SUPERFICIALI	ANTEOPERAM 1° STRALCIO (COMUNE PER 1° E 2° STRALCIO)	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
		Valutazione dello stato qualitativo in situ						
		VERIFICA DEGLI ASPETTI QUALITATIVI CHIMICI DELLA RISORSA IDRICA LACUSTRE						
		Campionamento e analisi per determinazione di durezza, cloruri e solfati, BOD5, COD, Ossigeno Disciolto			Stazione di monte ASP_01		bimestrale	2 mesi
		VERIFICA DEGLI ASPETTI QUALITATIVI CHIMICI DELLA RISORSA IDRICA LACUSTRE		Campionamento in sito ed analisi di laboratorio		2	bimestrale	2 mesi
		Campionamento ed analisi per determinazione di presenza di escherichia coli			Stazione di valle ASP_02			
		VERIFICA DEGLI ASPETTI QUALITATIVI CHIMICI DELLA RISORSA IDRICA LACUSTRE						
		Campionamento ed analisi per la determinazione di conducibilità, ph, torbidità e Potenziale Redox					bimestrale	2 mesi
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
	Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase							
	CORSO OPERA 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
		Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
	CORSO OPERA 2° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
		Valutazione dello stato qualitativo in situ						
		VERIFICA DEGLI ASPETTI QUALITATIVI CHIMICI DELLA RISORSA IDRICA LACUSTRE						
		Campionamento e analisi per determinazione di durezza, cloruri e solfati, BOD5, COD, Ossigeno Disciolto					trimestrale	1,5 anni
		VERIFICA DEGLI ASPETTI QUALITATIVI CHIMICI DELLA RISORSA IDRICA LACUSTRE		Campionamento in sito ed analisi di laboratorio	ASP_01 ASP_02	2	trimestrale	1,5 anni
Campionamento ed analisi per determinazione di presenza di escherichia coli								
VERIFICA DEGLI ASPETTI QUALITATIVI CHIMICI DELLA RISORSA IDRICA LACUSTRE								
Campionamento ed analisi per la determinazione di conducibilità, ph, torbidità e Potenziale Redox						trimestrale	1,5 anni	
Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure								
Rapporto di campagna								
Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase								
POST OPERAM 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio							
	Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure							
POST OPERAM 2° STRALCIO	Rapporto di campagna							
	Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase							
	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio							
	Valutazione dello stato qualitativo in situ							
	VERIFICA DEGLI ASPETTI QUALITATIVI CHIMICI DELLA RISORSA IDRICA LACUSTRE							
	Campionamento e analisi per determinazione di durezza, cloruri e solfati, BOD5, COD, Ossigeno Disciolto					trimestrale	1 anno	
	VERIFICA DEGLI ASPETTI QUALITATIVI CHIMICI DELLA RISORSA IDRICA LACUSTRE		Campionamento ed analisi di laboratorio	ASP_01 ASP_02	2	trimestrale	1 anno	
	Campionamento ed analisi per determinazione di presenza di escherichia coli							
	VERIFICA DEGLI ASPETTI QUALITATIVI CHIMICI DELLA RISORSA IDRICA LACUSTRE							
	Campionamento ed analisi per la determinazione di conducibilità, ph, torbidità e Potenziale Redox					trimestrale	1 anno	
Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure								
Rapporto di campagna								
Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase								

Le misure rilevate verranno elaborate mediante reportistica, elaborata al termine di ciascuna campagna di rilevamento, durante il corso dell'anno e da relazioni di sintesi finale a cadenza annuale (per i parametri indagati con frequenza annuale verrà solamente realizzata la relazione finale).

Valutazione di soglie di attenzione e di intervento

I livelli di criticità da considerare per gli aspetti qualitativi e quantitativi delle acque superficiali deriveranno dai parametri chimici e fisici misurati per i corpi idrici durante la fase ante operam; in corso d'opera un primo confronto, per escludere l'ipotesi di interferenza da monte, verrà realizzato dal confronto dei parametri misurati in un due punti rispettivamente a valle e a monte rispetto al tracciato.

9 AMBIENTE IDRICO: ACQUE SOTTERRANEE

9.1 PREMESSA

L'attività di monitoraggio della componente acque superficiali ha lo scopo di definire i seguenti aspetti:

- Determinare il livello di qualità ante-operam dei corpi idrici significativi interferiti dal tracciato di progetto;
- Valutare in fase di corso d'opera la presenza di eventuali impatti sui corpi idrici generati dalle attività e dalle opere di cantiere;
- Valutare in fase post-operam la presenza di eventuali impatti sui corpi idrici generati nella fase di esercizio.

9.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare e le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

NORMATIVA COMUNITARIA

- Direttiva della Commissione 20 giugno 2014, n. 2014/80/UE - Direttiva che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- Direttiva del Parlamento europeo, 12 dicembre 2006, n. 2006/118/CE - Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

NORMATIVA NAZIONALE

- D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;
- D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, Norma in materia ambientale, e s.m.i. - Norme in materia Ambientale (TU ambientale).

9.3 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio prevede una serie di campionamenti chimico-fisico-microbiologici, affiancati dai rilievi biologici e dalle misure di portata.

Verranno analizzati gli stessi parametri relativi al monitoraggio delle acque superficiali. In tal modo i parametri, oltre ad essere idonei alla valutazione delle eventuali interferenze prodotte dalle lavorazioni, aiuteranno anche a definire le possibili influenze reciproche tra le acque sotterranee e quelle superficiali.

9.3.1 Punti di monitoraggio individuati

Le stazioni di monitoraggio sono state collocate prevalentemente nelle aree adibite a cantiere oppure in aree pubbliche. Sono state codificate con AST_01, AST_02, AST_03, AST_04.

La localizzazione di quest'ultime è stata pensata in modo che le operazioni di monitoraggio possano anche servire

per il 2° stralcio dell'opera.

Nel dettaglio:

- Le stazioni AST_01 e AST_02 sono state individuate all'interno dei cantieri mobili che serviranno per le operazioni di allargamento del rilevato nel 1° tronco (1° stralcio);
- Le stazioni AST_03 e AST_04 invece si trovano in corrispondenza dello svincolo di Porto Fuori, questo perché saranno utilizzate per le operazioni di monitoraggio che andranno svolte nel 2° stralcio.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico di riferimento.

9.4 LO STATO DELLE RETI ESISTENTI

L'obiettivo del monitoraggio è quello di valutare l'entità e la persistenza delle alterazioni ambientali individuandone, per quanto possibile, le cause.

Nel caso in esame, come rilevato mediante le indagini realizzate in sito durante la campagna indagini prevista a Giugno 2019, il livello statico della falda freatica è stato raggiunto durante i sondaggi e le prove penetrometriche ad una profondità di 1-2 m dal piano campagna.

Non sono previste interferenze con le falde sotterranee in relazione al fatto che gli interventi sono di limitata entità e che sono realizzati in prevalenza sulla sede stradale esistente nel rispetto dell'ambiente e delle normative vigenti in materia.

Inoltre, le attività di cantiere non comporteranno interferenze significative in termini di contaminazione del terreno in quanto trattasi di cantiere stradale; durante i lavori saranno prese tutte le possibili precauzioni e cautele finalizzate a prevenire ogni possibile evento accidentale di contaminazione dei suoli dovuto a perdite di oli, carburanti e lubrificanti.

A seguito della realizzazione degli interventi, le acque reflue saranno opportunamente convogliate con un sistema ad oggi carente e pertanto si ritiene che l'intervento antropico non andrà a peggiorare la qualità delle acque di falda in condizioni ordinarie di esercizio.

Per tale motivo, non si prevede il monitoraggio delle acque superficiali lungo il tracciato.

Le principali problematiche a carico della componente "ambiente idrico sotterraneo", in fase di costruzione, possono derivare dall'allargamento del viadotto che scavalca i Fiumi Uniti.

I potenziali impatti si esprimono sia in termini di alterazione temporanea delle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche delle acque sia di variazione del regime idrologico. Pertanto il monitoraggio delle acque sotterranee ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni, risalendone, ove possibile, alle cause. La finalità delle campagne di misura consiste nel determinare se le variazioni rilevate siano imputabili alla realizzazione dell'opera e nel suggerire gli eventuali correttivi da porre in atto, in modo da ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico preesistente.

Il monitoraggio ante operam avrà lo scopo di ricostruire lo stato di fatto della componente attraverso la predisposizione di specifiche campagne di misura e la ricostruzione aggiornata del quadro idrogeologico, desunto dai rileva-

menti di dettaglio e dalle indagini di caratterizzazione svolte ai fini della progettazione.

Il monitoraggio in corso d'opera avrà lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione degli interventi in progetto non induca alterazioni dei caratteri qualitativi del sistema delle acque sotterranee e di fornire le informazioni utili per attivare tempestivamente le eventuali azioni correttive in caso di interferenza con la componente. Infine il monitoraggio post operam avrà lo scopo di accertare eventuali modificazioni indotte dalla costruzione dell'opera tramite il confronto con le caratteristiche ambientali rilevate durante la fase ante operam.

Tenendo conto dei caratteri di reversibilità/temporaneità e/o di irreversibilità/permanenza degli effetti, sono state prese in esame le seguenti possibilità di interferenza per la componente idrogeologica:

- sversamento accidentale di fluidi inquinanti sul suolo che possono percolare negli acquiferi;
- realizzazione di fondazioni profonde in terreni sede di acquiferi.

Verranno dunque considerate variazioni di carattere quantitativo e qualitativo.

Per variazioni quantitative verranno considerate le variazioni, positive o negative, dei parametri idraulici indotte negli acquiferi, le quali possono verificarsi a seguito di attività quali la realizzazione di fondazioni profonde. Dalla correlazione tra le caratteristiche idrogeologiche intrinseche delle formazioni acquifere presenti nell'area di studio e le diverse tipologie di opere derivano i possibili scenari di interferenza per la componente, che consentono la definizione delle aree e dei siti ove localizzare le attività di monitoraggio.

Per variazioni qualitative si intendono invece le variazioni delle caratteristiche chimiche delle acque, che possono verificarsi in seguito a sversamento accidentale di sostanze nocive, ad azioni di inquinamento diffuso ricollegabili alle attività di cantiere o all'apporto nel terreno di sostanze necessarie al miglioramento delle caratteristiche geotecniche dello stesso.

9.4.1 Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo si baserà, in accordo con la normativa vigente:

- sull'analisi di parametri chimico-fisici in situ, rilevati direttamente mediante l'utilizzo di un freatometro e di sonde multiparametriche per pozzi e piezometri e usando sonde multiparametriche e un metodo volumetrico per il calcolo della portata delle sorgenti ;
- sul prelievo di campioni per le analisi di laboratorio di parametri chimici per pozzi e piezometri e per le sorgenti;
- sull'analisi dei parametri caratterizzanti i pozzi ed i parametri idrogeologici dell'acquifero per mezzo di prove di pompaggio sui pozzi stessi.

È previsto quindi l'utilizzo dei seguenti parametri di monitoraggio, che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere:

- Parametri idrogeologici (Livello statico e portata): sono necessari per desumere informazioni riguardo eventuali modificazioni del regime idraulico o variazioni dello stato quantitativo della risorsa;

- Parametri chimico-fisici in situ: sono i principali parametri fisico-chimici, misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori);
- Parametri chimici di laboratorio: sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione;
- Parametri idrogeologici di pozzi e sorgenti: consentono di valutare l'impatto dell'opera sulle opere di captazione preesistenti e sull'acquifero.

Per l'identificazione dei parametri sopracitati verranno applicate le metodologie di seguito espresse.

Misure piezometriche

Il livello della falda sarà rilevato utilizzando un sondino piezometrico (di opportuna lunghezza rispetto al livello statico da misurare) a punta elettrica, munita di avvisatore acustico e/o ottico.

Sarà cura dell'operatore eseguire:

- la corretta identificazione della stazione di misura (pozzo, piezometro);
- la verifica dell'integrità della chiusura del pozzetto di protezione di bocca foro (per i piezometri);
- l'immediata annotazione su apposita modulistica delle misure rilevate.

La scheda di campo dovrà contenere:

1. la codifica del presidio monitorato;
2. la misura rilevata in quota relativa e assoluta (in metri, con almeno due cifre decimali);
3. la data della misura.

Calcolo della portata per le sorgenti con metodo volumetrico

Per calcolare la portata per le sorgenti individuate si suggerisce di utilizzare un recipiente graduato, misurando con un cronometro il tempo di riempimento del recipiente stesso e ricavando di conseguenza la portata. Per ogni punto di monitoraggio dovrà essere realizzato un idrogramma, individuando così la "Curva di Svuotamento" dell'idrogramma e di conseguenza la "Curva d'Esaurimento", da cui viene calcolato il Coefficiente d'Esaurimento (α). Per l'interpretazione delle curve di esaurimento si suggerisce l'impiego del modello esponenziale di Maillet.

In situ l'operatore dovrà avere cura di annotare immediatamente sulla scheda di campo:

- la codifica della sorgente monitorata;
- la misura rilevata e la relativa unità di misura;
- la data della misura.

Prelievo di campioni per misure in situ e analisi di laboratorio

Al fine di prelevare campioni d'acqua il più possibile rappresentativi della situazione idrochimica sotterranea, nel caso di prelievi in piezometri, si procederà preventivamente ad operazioni di spurgo del piezometro. Il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. prescrive di effettuare uno spurgo di un volume da 3 a 5 volte il volume di acqua contenuta nel piezometro. In-

dicazione del reale rinnovo dell'acqua contenuta nel piezometro e del fatto che il volume d'acqua in esso contenuto sia rappresentativo delle reali condizioni chimico-fisiche dell'acquifero è la stabilizzazione di parametri quali la temperatura, il pH, la conducibilità elettrica e il potenziale di ossido-riduzione misurati prima dell'inizio e durante le operazioni di spurgo. E' possibile effettuare il prelievo di acqua solo quando questi parametri sono stabilizzati su valori pressoché costanti.

E' buona norma inoltre, ad integrazione dai criteri sopra citati, protrarre lo spurgo fino alla chiarificazione, ovvero fintanto che l'acqua non si presenta priva di particelle in sospensione.

Campionamento

Le attrezzature per il campionamento devono essere di materiale inerte (acciaio inossidabile, vetro e resine fluorocarboniche inerti) tali da non adsorbire inquinanti, non desorbire i suoi componenti e non alterare la conducibilità elettrica e il pH. I campionatori suggeriti sono di tipo statico.

Dovrà essere posta attenzione nel preservare da qualsiasi tipo di contaminazione le attrezzature destinate al prelievo, sia nelle fasi di trasporto che in quelle che precedono il prelievo stesso.

Nel caso di campionamenti consecutivi da piezometri diversi dovranno essere impiegati campionatori singoli per ogni piezometro; in alternativa le attrezzature dovranno essere pulite ogni qualvolta verranno riutilizzate.

Il campionatore dovrà essere calato lentamente nel foro avendo cura di non causare spruzzi al suo interno. Durante le operazioni di campionamento non dovrà essere provocata l'agitazione del campione e la sua esposizione all'aria dovrà essere ridotta al minimo.

La quantità di campione prelevato dovrà essere sufficiente alla realizzazione delle analisi complete di laboratorio. Il passaggio dal campionatore al contenitore sarà fatto immediatamente dopo il recupero e con molta precauzione, fuori dell'azione diretta dei raggi solari o di altri agenti di disturbo, riducendo all'indispensabile il contatto con l'aria e versando l'acqua con molta dolcezza, senza spruzzi; nel contenitore una volta chiuso non deve rimanere aria. In generale il campione di acqua prelevato sarà inserito in contenitori preferibilmente in polietilene e vetro sterili, chiusi da tappi ermetici in materiale inerte e esternamente ricoperti dai raggi solari.

Misure con sonda multiparametrica

Utilizzando i metodi di campionamento descritti in precedenza, saranno misurati i parametri chimico-fisici delle acque in situ mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica immersa direttamente nel contenitore, al fine di disturbare il meno possibile il campione (soprattutto per la misurazione dell'ossigeno disciolto). L'operatore avrà cura di annotare immediatamente sulla scheda di campo:

- i parametri chimico-fisici misurati (temperatura, pH, potenziale redox, conducibilità, ossigeno disciolto);
- il tipo di strumento utilizzato;
- l'unità di misura utilizzata;
- la grandezza misurata;

- la data della misura.

Etichettatura dei contenitori

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro;
- profondità di prelievo;
- data e ora del campionamento.

Conservazione e spedizione

I contenitori saranno tenuti in ombra e protetti da ogni possibile contaminazione, preferibilmente in frigorifero alla temperatura di 4°C, fino alla consegna presso il laboratorio di analisi (entro 12 ore dal prelievo). Qualora la consegna avvenga a maggior distanza di tempo dal prelievo (comunque entro le 24 ore) i contenitori saranno tassativamente conservati in frigorifero.

Analisi chimico fisiche

Nella tabella che segue sono riportate indicazioni riguardo le possibili metodologie di analisi per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico. Non si esclude l'utilizzo di metodologie equivalenti in termini di limiti di rilevabilità.

Tabella 11 – Metodi per le determinazioni analitiche

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Durezza totale	APAT IRSA - CNR n°2040	1 mg/l di CaCO ₃	Titolazione complessometrica con acido etilendiammino tetracetico.
Ferro	APAT IRSA - CNR n°3160	1 µg/l	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica.
Cadmio	APAT IRSA - CNR n°3120	0,1 µg/l	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica.
Cloruri	APAT IRSA - CNR n°4090	5 mg/l	Titolazione dello ione cloruro con soluzione di nitrato mercurico.
Cromo	APAT IRSA - CNR n°3150	1 µg/l	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica.
Piombo	APAT IRSA - CNR n°3230	1 µg/l	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica
Rame	APAT IRSA - CNR n°3250	100 µg/l	Determinazione per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma.
Zinco	APAT IRSA -	50 µg/l	Determinazione per spettrometria di assorbimento ato-

	CNR n°3320		mico con atomizzazione in fiamma.
IPA	APAT IRSA - CNR n°5080	0,005 µg/l	Determinazione con gascromatografia/spettrometria di massa (HRGC/LRMS) con detector a selezione di massa o cromatografia liquida (HPLC) con rivelatore ultravioletto (UV) e a fluorescenza.
Composti alifatici alogenati totali	DIN 38409 H 14	5 µg/l	Determinazione colorimetrica dell'acido cloridrico sviluppati per combustione dei composti alogenati adsorbiti su carbone attivo.

9.4.2 Criteri di identificazione delle aree e dei punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio si posizionano con l'obiettivo di creare una rete di punti a cavallo del tracciato, nelle zone in cui sono localizzati gli interventi che risultano potenzialmente impattanti per le falde acquifere.

In corrispondenza delle aree oggetto di monitoraggio sono da prevedere o una coppia di punti di indagine, ubicati rispettivamente a monte e a valle dell'area di cantiere (tenendo conto della direzione di deflusso della falda), oppure 3 punti di indagine, uno posto a monte e due a valle rispetto al punto da indagare, in modo da controllare in aggiunta le eventuali variazioni della direzione media areale di flusso prevalente per ogni singola area sottoposta a monitoraggio.

L'ambiente idrico sotterraneo verrà pertanto monitorato:

- nell'intorno dei cantieri e lungo il tracciato, specificatamente nelle zone in cui è prevista la realizzazione di fondazioni profonde (viadotto sui Fiumi Uniti);
- nei siti in cui i lavori interessano le acque di falda.

L'ubicazione specifica di ogni punto deve tener conto dei seguenti aspetti:

- Individuazione/collocazione dei pozzi/piezometri di monte in modo da coprire la possibile estensione dell'area e consentire la valutazione della qualità "originaria" delle acque di falda;
- Individuazione/collocazione dei pozzi/piezometri di valle lungo le linee di flusso rispetto alle aree interessate dalle attività di costruzione; i pozzi di valle devono captare il medesimo acquifero dei pozzi di monte e consentire il monitoraggio di tutta l'area potenzialmente influenzata da flussi idrici provenienti dall'area oggetto del monitoraggio.

9.4.3 Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio

La fase di monitoraggio ante operam, da realizzare prima dell'inizio dei lavori, è caratterizzata da:

- una campagna di misura delle caratteristiche chimiche per pozzi, piezometri e sorgenti;
- una campagna di prove di portata per i pozzi;
- campagne di prove di caratterizzazione delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque con sonda multipa-

rametrica e calcolo della portata per le sorgenti;

- campagne di misura del livello statico e di caratterizzazione delle caratteristiche fisico-chimiche con sonda multiparametrica per pozzi e piezometri;

In questa fase di monitoraggio verranno inoltre allestiti i nuovi piezometri necessari alle misurazioni.

Le attività di monitoraggio in corso d'opera avranno una durata pari a quella delle attività di cantiere e cadenza funzione alle attività e delle singole fasi.

Tipologia analisi	Frequenza		
	AO	CO	PO
Valutazione dello stato qualitativo in sito	Bimestrale	trimestrale	Annuale
Valutazione dello stato qualitativo in laboratorio	Bimestrale	trimestrale	Annuale
Caratterizzazione ambientale acque sotterranee	Quadrimestrale	trimestrale	annuale

Le misure rilevate verranno elaborate mediante reportistica, elaborata al termine di ciascuna campagna di rilevamento, durante il corso dell'anno e da relazioni di sintesi finale a cadenza annuale (per i parametri indagati con frequenza annuale verrà solamente realizzata la relazione finale).

Qui di seguito si esplicitano in forma tabellare le attività di monitoraggio per singola fase nella quale viene riportato anche frequenza e durata dei singoli periodi.

COMPONENTE	FASE	PARAMETRI	METODOLOGIA	STAZIONI	N° STAZIONI	FREQUENZA	DURATA		
ACQUE SOTTERRANEE	ANTE OPERA 1-2° STRALCIO (COMUNE PER T. 2° STRALCIO)	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio							
		Approntamento di attrezzature a rotazione			1				
		Installazione di attrezzatura per sondaggio a carotaggio per distanze < 300 m tra fori successivi				4			
		Perforazione verticale eseguita a rotazione a distruzione di nucleo in terreni a granulometria fine e media da 0 a 40 m (quantità in ml: ipotizzo perforazione per 20 m)			AST_01 AST_02 AST_03 AST_04	4			
		Installazione di piezometri a tubo aperto in PVC per ogni approntamento				4			
		Installazione di piezometri a tubo aperto in PVC per ogni ml di tubo installato				4			
		Pozzetti di protezione della strumentazione				4			
		Rilievo della falda acquifera in tubi predisposti				4	bimestrale	4 mesi	
		Valutazione dello stato qualitativo in sito				1	bimestrale	4 mesi	
		Valutazione dello stato qualitativo in laboratorio				1	bimestrale	4 mesi	
		Caratterizzazione ambientale acque sotterranee				4	quadrimestrale	4 mesi	
				Ferro					
				Cadmio					
				Cromo					
				Piombo					
				Rame					
				Zinco					
				IPA					
				Composti alifatici alogenati totali					
				Caratterizzazione ambientale acque sotterranee - Analsi in laboratorio Tab. 2 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.lgs. 152/06 e smi.		AST_01 AST_02 AST_03 AST_04	4	quadrimestrale	4 mesi
			Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
			Rapporto di campagna						
			Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
		CORSO D'OPERA 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
			Valutazione dello stato qualitativo in sito			1	trimestrale	4,5 anni	
			Valutazione dello stato qualitativo in laboratorio			1	trimestrale	4,5 anni	
			Caratterizzazione ambientale acque sotterranee			AST_01 AST_02 AST_03 AST_04	4	trimestrale	4,5 anni
			Rilievo della falda acquifera in tubi predisposti				4	trimestrale	4,5 anni
				Ferro					
				Cadmio					
				Cromo					
				Piombo					
				Rame					
				Zinco					
				IPA					
				Composti alifatici alogenati totali					
				Caratterizzazione ambientale acque sotterranee - Analsi in laboratorio Tab. 2 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.lgs. 152/06 e smi.		AST_01 AST_02 AST_03 AST_04	4	trimestrale	4,5 anni
				Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure					
				Rapporto di campagna					
				Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase					
			CORSO D'OPERA 2° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio					
				Valutazione dello stato qualitativo in sito			1	trimestrale	1,5 anni
				Valutazione dello stato qualitativo in laboratorio			1	trimestrale	1,5 anni
		Caratterizzazione ambientale acque sotterranee				AST_03 AST_04	2	trimestrale	1,5 anni
		Rilievo della falda acquifera in tubi predisposti					2	trimestrale	1,5 anni
				Ferro					
				Cadmio					
				Cromo					
				Piombo					
				Rame					
			Zinco						
			IPA						
			Composti alifatici alogenati totali						
			Caratterizzazione ambientale acque sotterranee - Analsi in laboratorio Tab. 2 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.lgs. 152/06 e smi.		AST_03 AST_04	2	trimestrale	1,5 anni	
			Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
			Rapporto di campagna						
			Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
		POST OPERA 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
			Caratterizzazione ambientale acque sotterranee			4	annuale	1 anno	
			Rilievo della falda acquifera in tubi predisposti				4	annuale	1 anno
				Ferro					
				Cadmio					
			Cromo						
			Piombo						
			Rame						
			Zinco						
			IPA						
			Composti alifatici alogenati totali						
			Caratterizzazione ambientale acque sotterranee - Analsi in laboratorio Tab. 2 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.lgs. 152/06 e smi.		AST_01 AST_02 AST_03 AST_04	4	annuale	1 anno	
			Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
			Rapporto di campagna						
			Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						

Valutazione di soglie di attenzione e di intervento

I livelli di criticità da considerare per gli aspetti qualitativi delle acque sotterranee saranno quelli indicati nell'Allegato 5 – Concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione di uso dei siti", del D.Lgs 152/2006, che costituiscono i valori di concentrazione limite accettabili nelle acque sotterranee.

Il superamento di uno o più di tali valori di concentrazione porterà a considerare il sito "potenzialmente inquinato", in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio sanitario-ambientale sito specifica, la quale permette di determinarne lo stato di contaminazione sulla base delle "concentrazioni soglia di rischio".

Un sito è definito contaminato infatti, nel caso in cui i valori delle concentrazioni soglia di rischio, determinate appunto con l'analisi di rischio, risultino superati.

Qualora gli esiti della procedura dell'analisi di rischio dimostrino che la concentrazione dei contaminanti presenti in sito sia inferiore alle concentrazioni soglia di rischio, si dichiara concluso positivamente il procedimento, con l'eventualità di prescrivere lo svolgimento di un programma di monitoraggio sul sito circa la stabilizzazione della situazione riscontrata, in relazione agli esiti dell'analisi di rischio e all'attuale destinazione d'uso del sito.

Nel caso invece in cui le attività di monitoraggio rilevino il superamento di una o più concentrazioni soglia di rischio, il soggetto responsabile dovrà avviare la procedura di bonifica.

10 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

Il monitoraggio della componente vegetazione viene eseguito al fine di verificare gli effetti delle attività di costruzione dell'infrastruttura sulla vegetazione esistente, per permettere l'adozione tempestiva di eventuali azioni correttive e controllare l'evoluzione dei ripristini previsti dagli interventi di inserimento ambientale del progetto.

Nel complesso, pertanto, l'attività dovrà:

- monitorare l'evoluzione della vegetazione esistente durante la costruzione dell'opera;
- verificare lo stato e l'evoluzione della vegetazione di nuovo impianto nelle aree di ripristino vegetazionale nonché nelle aree poste in prossimità delle lavorazioni.

Per quanto riguarda il monitoraggio della componente fauna costituisce sia uno strumento di conoscenza delle comunità faunistiche coinvolte, direttamente ed indirettamente, dalle attività di progetto, sia uno strumento operativo di supporto alla corretta gestione e conduzione delle lavorazioni. Infatti, dalle attività di monitoraggio si potranno acquisire informazioni utili per prevenire possibili cause di degrado delle comunità, nel rispetto delle vigenti disposizioni normative comunitarie, nazionali e regionali.

In queste aree, dato il valore ecologico, s'impone l'obbligo di predisporre tutti gli strumenti necessari per prevenire l'insorgere di situazioni critiche e garantire, con la necessaria tempestività, la loro salvaguardia da effetti negativi.

L'articolazione degli scopi del monitoraggio prevede:

- l'approfondimento delle conoscenze sulle presenze faunistiche così da comprendere al meglio l'effettiva presenza faunistica locale.
- la valutazione dei fenomeni di investimento della fauna selvatica e di frammentazione delle popolazioni per comprendere, anche con l'uso di foto trappole, l'effettiva efficacia delle forme di mitigazione adottate: ecodotti e corridoio per la macrofauna.

10.1 IL SISTEMA DI MONITORAGGIO

L'obiettivo della realizzazione delle azioni di monitoraggio sulle componenti vegetali, faunistiche ed ecosistemiche dell'ambito interessato dalle realizzazioni progettuali, è quello di verificare la variazione della qualità naturalistica ed ecologica delle aree coinvolte. Nel predisporre le azioni di monitoraggio sarà posta osservanza a quanto predisposto dalle Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale.

Per quanto riguarda l'allargamento della Statale in oggetto, nonostante il livello di antropizzazione dell'area indagata, la componente vegetazionale e faunistica risulta in alcuni ambiti ben rappresentata, soprattutto nelle componenti ambientali meno disturbate.

Per quanto riguarda l'intervento, il monitoraggio della componente vegetazionale si focalizza su alcune specie caratterizzate da basso valore naturalistico (da scarso a molto scarso e aree a valore nullo), individuate nello studio del SPA; gli elementi maggiormente rappresentati risultano le aree a seminativo (48,41% di superficie relativa, pregio naturalistico molto scarso), quelle urbane-industriali (superficie relativa pari a 12,72%, pregio naturalistico nullo) e gli ambienti salmastri delle piassesse (pregio naturalistico scarso, superficie relativa pari al 9,43%). Gli elementi vegetazionali di pregio (da medio a molto elevato) sono numerosi, in particolar modo nell'area ad Est della S.S. 309 -Romea.

Anche se piuttosto frammentati, essi contribuiscono ad una notevole diversificazione degli ambienti e alla creazione di aree con un elevato valore vegetazionale intrinseco e alla formazione di habitat molto importanti dal punto di vista naturalistico e per la conservazione della fauna.

Sarà comunque data particolare importanza sia alle specie più rare e/o a quelle maggiormente rappresentative dell'ambiente in esame (es. specie caratteristiche di siepe).

Tutto ciò premesso, in relazione ai casi specifici in esame, si propongono gli obiettivi di verifica di seguito indicati, tenendo conto che le singole attività necessarie al conseguimento di tali obiettivi saranno indicate nell'analisi di ciascuna componente. Il monitoraggio delle componenti floristico vegetazionali, faunistiche ed ecologiche interessate dalla realizzazione della variante di Valle di Cadore sono quelle di seguito indicate:

Azioni di verifica *ante-operam*

- Caratterizzazione della situazione ambientale nell'area d'indagine in particolare con riferimento alla presenza dei diversi habitat ed in particolare degli habitat di specie per le componenti faunistiche prese come indicatore; verifica dello stato della copertura del suolo e delle condizioni fitosanitarie della vegetazione naturale e semi-naturale presente. Nella redazione della caratterizzazione, sarà posta particolare attenzione alle aree di particolare sensibilità individuate nel SIA, alla vegetazione ripariale dei corsi d'acqua, ai singoli individui o popolazioni vegetali di pregio, alla presenza di habitat di specie di incerto grado di protezione, etc.;

Azioni di verifica *in corso d'opera*

- Controllo della corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione della vegetazione naturale e semi-naturale, degli habitat di specie individuati per la fauna e della funzionalità degli ecosistemi prossimi all'intervento e non direttamente interferiti da esso. L'azione contempla la verifica della corretta applicazione, anche temporale, degli interventi di sistemazione e di ripristino ambientale indicati nel SIA, controllando l'evoluzione della vegetazione di nuovo impianto in termini di attecchimento, di corretto accrescimento e d'inserimento nell'ecomosaico circostante, la presenza, l'ubicazione e la funzionalità delle opere di mitigazione previste;
- Controllo dell'evoluzione della vegetazione e degli habitat caratterizzati nella fase ante-operam, al fine di evidenziare l'eventuale instaurarsi di patologie e di disturbi alla componente vegetazionale e/o faunistica, correlabili alle attività di costruzione (quali: stress idrico, costipazione del suolo, interruzione dei corridoi ecologici, effetti delle polveri sulla vegetazione naturale e semi-naturale esistente, variazioni delle disponibilità alimentari, delle coperture e dei ripari per la fauna, etc.) e di predisporre i necessari immediati interventi correttivi;

Azioni di verifica *post-operam*

Nell'anno successivo alla realizzazione delle opere, dovrà essere verificata l'efficacia degli interventi di ricostruzione degli habitat vegetali idonei ad ospitare le diverse specie faunistiche. In particolare si prevede la:

- Verifica dello stato di ricolonizzazione da parte della vegetazione spontanea degli ecosistemi ricostituiti;
- Analisi fitosociologiche (rilievi Braun-Blanquet) per la determinazione della colonizzazione degli ambienti ri-

- pristinati da parte della vegetazione spontanea;
- Verifica e censimento di specie della fauna indicatrici sia nelle aree campione e individuazione di tre aree campione all'interno degli ecosistemi ricostituiti;
 - Verifica della presenza di specie ittiche sul tratto di fiume interessato dalla lavorazione;
 - Verifica del mancato attecchimento di specie utilizzate per la ricostituzione ecosistemica o della mancata presenza delle specie della fauna indicatrici o comunque di difficoltà nell'evoluzione delle aree ripristinate dovrà essere luogo di attento studio e dell'individuazione di azioni correttive da mettere in pratica.
 - Di approfondire, in relazione all'analisi faunistica, la verifica della funzionalità dei corridoi creati.

Il PMA delle componenti naturalistiche necessita di una precisa programmazione delle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni. Infatti, le indagini nelle diverse fasi di monitoraggio (ante-operam, corso d'opera e post-operam), in considerazione della specificità degli accertamenti da svolgere, devono essere necessariamente eseguite in modo omogeneo, a partire dalla raccolta dei dati (che deve essere svolta sempre negli stessi siti e negli stessi periodi), al fine di garantire un corretto confronto.

10.1.1 Punti di monitoraggio individuati

Gli ambiti di indagine per la componente in esame sono stati individuati nelle aree a maggiore valenza ambientale. Le aree a maggiore sensibilità risultano quelle interne al Parco del Delta del Po, le aree in prossimità dei corsi d'acqua, dei canali e fossi irrigui.

Nell'ambito della componente "fauna" il presente piano è finalizzato al controllo degli effetti diretti determinati dall'opera sulla componente faunistica; pertanto si effettueranno monitoraggio della fauna mobile terrestre e degli effetti diretti a carico della fauna (collisioni con autoveicoli).

I punti di indagine sono 4 lungo il tracciato in adeguamento: VEG_01, VEG_02, VEG_03 e VEG_04. Si rimanda alla tavola grafica per la localizzazione planimetrica dei punti.

10.1.2 Articolazione ed estensione temporale delle attività di monitoraggio

Per quanto riguarda il monitoraggio delle singole analisi, saranno anch'esse distinte nelle 3 fasi:

- Ante operam (AO) per la durata di 4 mesi;
- Corso d'opera (CO) in funzione dello stralcio in esecuzione (si veda il cronoprogramma);
- Post operam (PO) per la durata di 1 anno

Qui di seguito si riporta per completezza le frequenze relative alle singole attività di monitoraggio:

Tipologia analisi	Frequenza		
	AO	CO	PO
Rilievo biometrico e qualitativo (Flora)		semestrale	semestrale
Analisi popolamento ornitico	quadrimestrale	semestrale	semestrale
Fauna mobile terrestre	quadrimestrale	semestrale	semestrale

Monitoraggio collisioni e abbattimento della fauna	quadrimestrale	trimestrale	trimestrale
----------------------------------------------------	----------------	-------------	-------------

Nel dettaglio e più in generale si riporta uno stralcio della computazione relativa alla componente Ecosistemi, flora e fauna.

COMPONENTE	FASE	PARAMETRI	METODOLOGIA	STAZIONI	N° STAZIONI	FREQUENZA	DURATA	
VEGETAZIONE ECOSISTEMI E FAUNA	ANTE OPERAM (COMUNE PER 1° E 2° STRALCIO)	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
		Monitoraggio specie faunistiche (compenso analisi popolamento ornitico)	Rilievo diretto	VEG_01	4	quadrimestrale	4 mesi	
		Monitoraggio specie faunistiche (fauna mobile terrestre)	Rilievo diretto	VEG_02 VEG_03	4	quadrimestrale	4 mesi	
		Monitoraggio delle collisioni ed abbattimenti della fauna	Rilievo diretto	VEG_04	4	quadrimestrale	4 mesi	
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
		Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase						
	CORSO D'OPERA 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
		Rilievo biometrico e qualitativo (Flora)					semestrale	4,5 anni
		Monitoraggio specie faunistiche (compenso analisi popolamento ornitico)	Rilievo diretto	VEG_01	3	semestrale	4,5 anni	
		Monitoraggio specie faunistiche (fauna mobile terrestre)	Rilievo diretto	VEG_02		semestrale	4,5 anni	
		Monitoraggio delle collisioni ed abbattimenti della fauna	Rilievo diretto	VEG_04		trimestrale	4,5 anni	
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
	Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase							
	CORSO D'OPERA 2° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
		Rilievo biometrico e qualitativo (Flora)					semestrale	1,5 anni
		Monitoraggio specie faunistiche (compenso analisi popolamento ornitico)	Rilievo diretto	VEG_02	2	semestrale	1,5 anni	
		Monitoraggio specie faunistiche (fauna mobile terrestre)	Rilievo diretto	VEG_03		semestrale	1,5 anni	
		Monitoraggio delle collisioni ed abbattimenti della fauna	Rilievo diretto			trimestrale	1,5 anni	
		Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure						
		Rapporto di campagna						
	Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase							
	POST OPERAM 1° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio						
		Rilievo biometrico e qualitativo (Flora)					semestrale	1 anno
		Monitoraggio specie faunistiche (compenso analisi popolamento ornitico)	Rilievo diretto	VEG_01	3	semestrale	1 anno	
		Monitoraggio specie faunistiche (fauna mobile terrestre)	Rilievo diretto	VEG_02		semestrale	1 anno	
		Monitoraggio delle collisioni ed abbattimenti della fauna	Rilievo diretto	VEG_04		trimestrale	1 anno	
Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure								
Rapporto di campagna								
Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase								
POST OPERAM 2° STRALCIO	Verifica del PMA: individuazione stazioni di monitoraggio							
	Rilievo biometrico e qualitativo (Flora)					semestrale	1 anno	
	Monitoraggio specie faunistiche (compenso analisi popolamento ornitico)	Rilievo diretto	VEG_02	2	semestrale	1 anno		
	Monitoraggio specie faunistiche (fauna mobile terrestre)	Rilievo diretto	VEG_03		semestrale	1 anno		
	Monitoraggio delle collisioni ed abbattimenti della fauna	Rilievo diretto			trimestrale	1 anno		
	Restituzione e memorizzazione dati di una campagna di misure							
	Rapporto di campagna							
Rapporto annuale sullo stato di avanzamento delle attività di fase								

11 RESTITUZIONE DEI DATI E SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO

11.1 IL SISTEMA INFORMATICO DEL MONITORAGGIO

Lo schema delle attività del PMA prevede, oltre alle campagne di monitoraggio delle varie componenti ambientali, la creazione di un sistema informativo geografico e la pubblicazione di una serie di report trimestrali di sintesi.

Il PMA prevede di archiviare e gestire i dati del monitoraggio in un Sistema Informativo territoriale (GIS). Ogni dato dovrà quindi essere georeferenziato e inserito nei database del GIS.

Il GIS è un'applicazione che consente di visualizzare in modo interattivo le banche dati geografiche. Questo strumento offre la possibilità di effettuare liberamente l'interrogazione e la consultazione delle principali informazioni prodotte durante le attività di monitoraggio.

Inoltre, se l'amministrazione appaltante lo ritenesse opportuno, potrà essere sviluppato anche un WebGIS, cioè un'applicazione che si presenta con un'interfaccia molto semplice, simile ad un "normale" sito internet, nel quale sono presenti tutti gli strumenti di un sistema GIS base, che permettono anche alla persona non tecnicamente preparata di poter esplorare e interrogare il sistema.

La struttura deputata alla raccolta e gestione dei dati e delle informazioni dovrà quindi realizzare strumenti adeguati d'informazione e consultazione pubblica, come ad esempio opuscoli informativi e supporti multimediali anche telematici che possano raggiungere quanti più soggetti possibili e "raccontare" in modo adeguato quanto si è fatto per prevenire, mitigare e monitorare gli impatti ambientali dell'area in questione.

Per quanto riguarda il monitoraggio delle opere in progetto si prevede, in coincidenza alla consegna dei report semestrali o conclusivi, di fornire ai soggetti interessati la banca dati geografica su supporto ottico (CD o DVD).

11.2 CRITERI DI RESTITUZIONE E MODALITÀ DI TRASMISSIONE DEI DATI DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio prevede un opportuno sistema di monitoraggio ambientale che permette di effettuare il controllo da parte dell'Ente competente e, da parte del gestore, l'autocontrollo, la validazione dei dati, l'archiviazione dei dati e l'aggiornamento degli stessi, la possibilità di fare confronti, simulazioni e comparazioni, restituzioni tematiche e, non ultimo, l'informazione ai cittadini. La proposta di piano di monitoraggio, infatti, prevede la predisposizione e l'utilizzo di un database ambientale in grado di raccogliere, integrare ed aggiornare in tempo reale tutti i dati provenienti dalla campagna di monitoraggio oggetto di Piano. Tale database sarà reso accessibile all'Ente di controllo.

I materiali inerenti il monitoraggio, nonché le relazioni finali e di sintesi, saranno forniti sia in formato cartaceo che digitale. Gli esiti del monitoraggio saranno elaborati in una relazione tecnica corredata da dati grafici e tabellari nella quale saranno esplicitati i seguenti punti:

- elenco e caratterizzazione delle misure di mitigazione e delle prescrizioni previste; georeferenziazione in scala adeguata dei punti di misura;
- dati registrati nell'ante operam;

- dati registrati nella fase oggetto del monitoraggio (corso d'opera);
- tutti i metadati/informazioni che permettono una corretta valutazione dei risultati, una completa riconoscibilità e rintracciabilità del dato e ripetibilità della misura/valutazione (si citano ad esempio: condizioni meteo per i periodi di misura, le caratteristiche delle sorgenti come i flussi di traffico veicolare, il numero e tipologia di mezzi di cantiere effettivamente utilizzati, alcune condizioni al contorno come la presenza di mezzi schermanti o risonanti, le ulteriori attività temporanee impattanti non previste ...);
- modalità di attuazione delle misure di mitigazione/compensazione e delle prescrizioni;
- valutazione dell'impatto monitorato rispetto a quanto atteso.

Sarà elaborata una relazione tecnica riportante i risultati dei controlli effettuati e le modalità con cui sono state attuate le eventuali misure di mitigazione/compensazione nonché le prescrizioni previste. Il presente piano di monitoraggio contiene le modalità scelte per la trasmissione all'Ente di controllo della relazione tecnica e le modalità di accesso al database informatico secondo prassi e tempi di restituzione specifici e definiti per le singole componenti ambientali. Nel caso di impatti negativi imprevisti i dati del monitoraggio saranno tempestivamente trasmessi all'Ente di controllo.

11.3 AZIONI DA SVOLGERE IN CASO DI IMPATTI NEGATIVI IMPREVISTI

Il piano di monitoraggio esplicita le azioni da mettere in atto nel caso in cui, dalle attività di monitoraggio effettuate, risultino impatti negativi ulteriori o diversi da quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione d'impatto ambientale. Il Piano, inoltre, riporta le modalità da attuare nel caso in cui si renda necessaria una riprogrammazione o integrazione di punti di monitoraggio, delle frequenze di misura e dei parametri indagati. Il Piano dettaglia, altresì, le azioni da svolgere in caso di impatti negativi imprevisti, per ciascuna componente ambientale considerata. In particolare sono riportate le modalità di attuazione delle stesse. Il set di azioni da svolgere comprendere le seguenti:

- comunicazione dei dati, delle segnalazioni e delle valutazioni all'Ente di controllo ed all'autorità competente;
- attivazione tempestiva delle azioni mitigative aggiuntive elencate nel documento del piano di monitoraggio;
- nuova valutazione degli impatti dell'opera a seguito delle evidenze riscontrate in fase di monitoraggio.