

**Completamento della Tangenziale di Vicenza  
1° Stralcio Completamento**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTAZIONE: ANAS DPRL**

**I PROGETTISTI:**

*ing. Antonio Scalamandrè*  
*Ordine Ing. di Frosinone n.1063*

*ing. Angela Maria Carbone*  
*Ordine Ing. di Roma n. 35599*

**IL GEOLOGO:**

*geol. Serena Majetta*  
*Ordine Geol. del Lazio n.928*

**IL RESPONSABILE DEL SIA:**

*arch. Giovanni Magarò*  
*Ordine Arch. di Roma n.16183*

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*geom. FABIO QUONDAM*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*ing. Anna Maria Nosari*

**ASSISTENZA AL GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS**



*ing. FILIPPO VIARO* – *Strade e Idraulica*  
*Ordine Ing. di Parma n. 827A*

*ing. PIER PAOLO CORCHIA* – *Strutture*  
*Ordine Ing. di Parma n. 751A*

*arch. SERGIO BECCARELLI* – *Ambiente*  
*Ordine Arch. di Parma n. 377*

PROTOCOLLO

DATA

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
RELAZIONE**

**CODICE PROGETTO**

PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.

**DPVE08**   **D**   **1401**

**NOME FILE**

**T00IA00MOARE01\_A**

**CODICE ELAB. T00IA00MOARE01**

**REVISIONE**

**SCALA:**

**A**

–

C

B

A

EMISSIONE

Ottobre 2019

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## INDICE

1.	CONSIDERAZIONI PRELIMINARI.....	4
2.	IMPOSTAZIONE METODOLOGICA DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	7
2.1.	OBIETTIVI E FINALITÀ .....	7
2.2.	REQUISITI E COMPETENZE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	7
2.3.	DEFINIZIONE E ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE FASI DI MONITORAGGIO .....	9
3.	AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE .....	11
3.1.	OBIETTIVI E FINALITÀ .....	11
3.2.	TIPOLOGIE DI MISURAZIONI .....	12
3.3.	PARAMETRI DI MONITORAGGIO .....	12
3.3.1.	MISURE DEL TIPO IDROLOGICO E CHIMICO FISICO IN SITU (ASUP_S) .....	13
3.3.2.	MISURE DEL TIPO CHIMICO BATTERIOLOGICO IN LABORATORIO (ASUP_L) .....	13
3.3.3.	MISURE SULL'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO (AAPP).....	15
3.3.4.	MISURE SUGLI SCARICHI IDRICI (ASCA_D E ASCA_L) .....	15
3.4.	UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	17
3.5.	FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	18
4.	AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO .....	21
4.1.	OBIETTIVI E FINALITÀ .....	21
4.2.	TIPOLOGIE DI MISURAZIONI .....	21
4.3.	PARAMETRI DI MONITORAGGIO .....	22
4.3.1.	MISURE DEL TIPO IDROGEOLOGICO E CHIMICO FISICO IN SITU (ASOT_S) .....	22
4.3.2.	MISURE DEL TIPO CHIMICO E BATTERIOLOGICO IN LABORATORIO (ASOT_L) .....	23
4.4.	UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	23
4.5.	FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	24
5.	ATMOSFERA.....	26
5.1.	OBIETTIVI E FINALITÀ .....	26
5.2.	TIPOLOGIE DI MISURAZIONI .....	27
5.3.	PARAMETRI DI MONITORAGGIO .....	28
5.3.1.	MISURE PER IL MONITORAGGIO DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE ATM_C .....	30
5.3.2.	MISURE PER IL MONITORAGGIO DELLE POLVERI ATM_P .....	31
5.3.3.	MISURE PER IL MONITORAGGIO DEL TRAFFICO DI CANTIERE ATM_TC .....	32
5.3.4.	MISURE PER IL MONITORAGGIO DEL TRAFFICO DI CANTIERE ATM_T .....	33

5.4.	UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	34
5.5.	FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	35
6.	RUMORE .....	37
6.1.	OBIETTIVI E FINALITÀ .....	37
6.2.	TIPOLOGIE DI MISURAZIONI .....	38
6.2.1.	MISURE ACUSTICHE DEL RUMORE DI CANTIERE RUM_C.....	38
6.2.2.	MISURE ACUSTICHE DEL RUMORE GENERATO DAL FRONTE AVANZAMENTO LAVORI RUM_FL.....	39
6.2.3.	MISURE ACUSTICHE DEL TRAFFICO SULLA VIABILITÀ DI CANTIERE RUM_TC.....	39
6.2.4.	MISURE ACUSTICHE DEL TRAFFICO SULL'INFRASTRUTTURA IN ESERCIZIO RUM_T .....	39
6.3.	PARAMETRI DI MONITORAGGIO .....	39
6.4.	UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	41
6.5.	FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	43
7.	PAESAGGIO.....	45
7.1.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	45
7.2.	METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO.....	46
7.3.	LOCALIZZAZIONE E ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI PUNTI DI MISURA.....	48
8.	SUOLO E SOTTOSUOLO .....	50
8.1.	OBIETTIVI E FINALITÀ .....	50
8.2.	TIPOLOGIE DI MISURAZIONI .....	51
8.3.	PARAMETRI DI MONITORAGGIO .....	52
8.3.1.	PARAMETRI IN SITU.....	52
8.3.2.	PARAMETRI CHIMICO-FISICI DI LABORATORIO.....	54
8.4.	CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	55
8.5.	FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	56
9.	BIODIVERSITÀ.....	58
9.1.	FAUNA.....	58
9.1.1.	OBIETTIVI E FINALITÀ .....	58
9.1.2.	TIPOLOGIE DI MISURAZIONI .....	58
9.1.2.1	ANALISI DELLA COMUNITÀ ITTICA (Indice ISECI)- FAU-A .....	58
9.1.3.	PARAMETRI DI MONITORAGGIO .....	59
9.1.4.	CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	60
9.1.5.	FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	61

9.2. ECOSISTEMI.....	61
9.2.1. OBIETTIVI E FINALITÀ .....	61
9.2.2. TIPOLOGIE DI MISURAZIONI .....	62
9.2.2.1 LIVELLO DI INQUINAMENTO DAI MACRODESCRITTORI PER LO STATO ECOLOGICO (LIMECO) – ECO-A.....	62
9.2.2.2 INDICE MULTIMETRICO STAR DI INTERCALIBRAZIONE (STAR_ICMI) ECO-B.....	62
9.2.2.3 INDICE BIOLOGIQUE MACROPHYTIQUE EN RIVIERE (IBMR) ECO-C.....	63
9.2.3. PARAMETRI DI MONITORAGGIO .....	63
9.2.3.1 LIVELLO DI INQUINAMENTO DAI MACRODESCRITTORI PER LO STATO ECOLOGICO (LIMECO) ECO-A.....	63
9.2.3.2 INDICE MULTIMETRICO STAR DI INTERCALIBRAZIONE (STAR_ICMI) ECO-B.....	64
9.2.3.3 INDICE BIOLOGIQUE MACROPHYTIQUE EN RIVIERE (IBMR) ECO-C.....	67
9.2.4. CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	69
9.2.5. FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	69
10. VIBRAZIONI.....	71
10.1. OBIETTIVI E FINALITÀ .....	71
10.2. TIPOLOGIE DI MISURAZIONI .....	72
10.3. PARAMETRI DI MONITORAGGIO .....	73
10.4. UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	74
10.5. FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	75

## 1. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

---

La presente relazione illustra l'impostazione del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) e la definizione delle successive fasi di controllo da realizzare durante la fase esecutiva della progettazione, la fase realizzativa e l'esercizio dell'infrastruttura.

Come specificato nelle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici generali" del 18.12.2013, successivamente integrati con gli indirizzi specifici (2014-2015), redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali, con i contributi di ISPRA e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, per le opere sottoposte a VIA in sede statale (D.Lgs.152/2006 e s.m.i.) come quella in oggetto, nelle more della definizione di nuove norme tecniche per la predisposizione degli Studi di Impatto Ambientale, il PMA sarà incluso nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) predisposto ai sensi del DPCM 27.12.1988. In coerenza con il capitolato ANAS il PMA è stato inserito anche nella sezione di Progetto Definitivo. Nelle suddette Linee Guida è chiaramente identificato lo scopo delle attività di monitoraggio:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate
- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisti per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate
- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.

Inoltre il presente elaborato è stato sviluppato con particolare riferimento alle Linee Guida redatte da ANAS Spa, redatte dalla stessa ANAS Spa al fine di pervenire alla definizione di un nuovo documento tecnico che, recependo e contestualizzando le indicazioni delle Linee Guida della CSVIA, potesse rappresentare un importante riferimento da consultare per la redazione di un Progetto di Monitoraggio Ambientale per infrastrutture viarie che sia riconosciuto a livello nazionale, in linea con i riferimenti tecnici in materia e che fornisca risultati e dati confrontabili anche con l'intento di un loro riutilizzo per l'integrazione del patrimonio conoscitivo esistente sullo stato dell'ambiente.

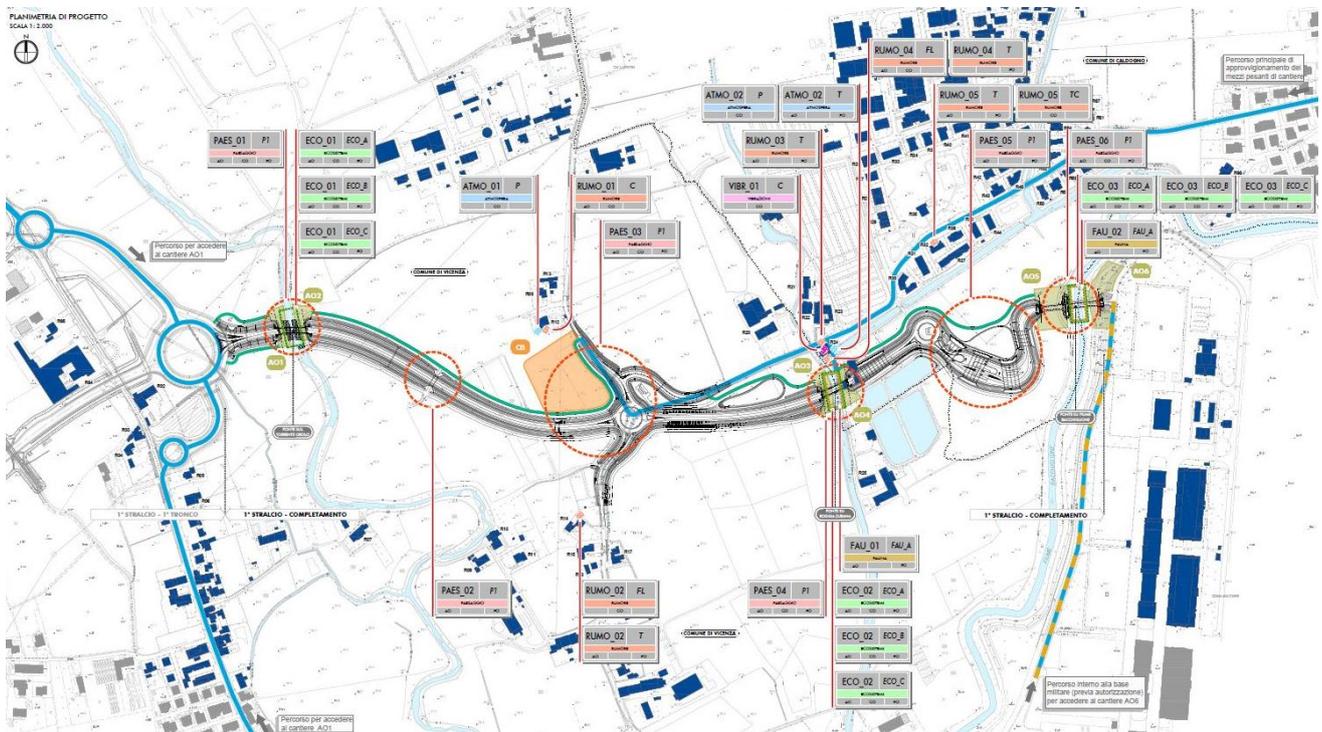
Il PMA deve pertanto occuparsi degli **impatti ambientali significativi**, così come documentati dagli studi ambientali, e non dovrebbe all'opposto occuparsi di componenti ambientali e indicatori per i quali gli studi hanno escluso la presenza di impatti significativi. Il PMA deve inoltre attentamente considerare le **prescrizioni degli Enti** e permettere l'**individuazione tempestiva degli impatti negativi**. In ultimo i risultati del monitoraggio devono essere **comunicati al pubblico**.

Nel caso specifico del “Completamento della tangenziale di Vicenza, 1° Stralcio Completamento”, il Piano di Monitoraggio Ambientale è stato opportunamente circostanziato e definito sulla base della categoria stradale (C1), della lunghezza e dalle analisi condotte nell’ambito dello Studio di Impatto Ambientale.

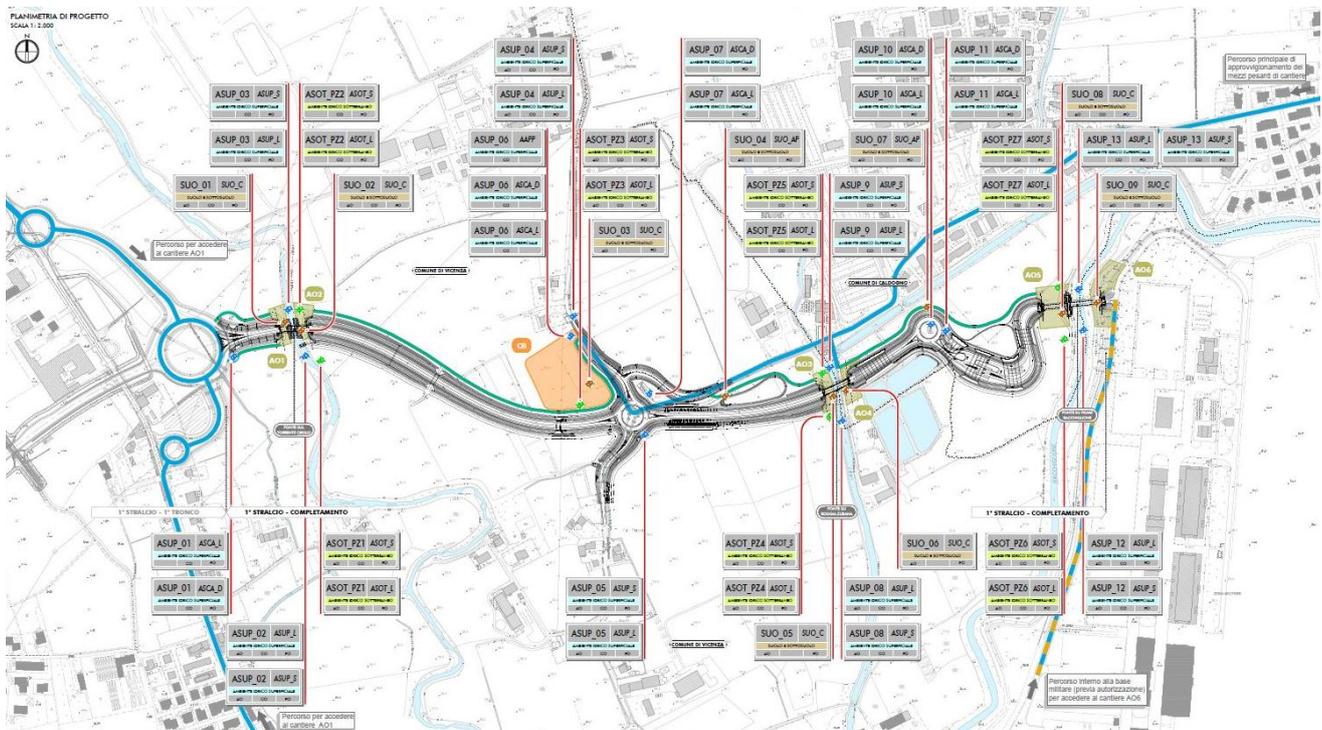
Le componenti ambientali comprese nel presente PMA sono le seguenti:

- ambiente idrico superficiale;
- ambiente idrico sotterraneo;
- atmosfera;
- rumore;
- paesaggio;
- suolo e sottosuolo;
- biodiversità (fauna ed ecosistemi);
- vibrazioni.

Il presente PMA è infine corredato da due elaborati grafici in scala 1:2000 *T00IA00MOAPL01 Planimetria con indicazione dei punti di monitoraggio (componenti: atmosfera, rumore, vibrazioni, fauna, ecosistemi, paesaggio)* e *T00IA00MOAPL02 Planimetria con indicazione dei punti di monitoraggio (componenti: ambiente idrico superficiale, ambiente idrico sotterraneo, suolo e sottosuolo)*, in cui sono riportate l’ubicazione e la frequenza di tutti i punti di monitoraggio relativi ad ogni singola componente ambientale.



**FIGURA 1-1 STRALCIO DELL'ELABORATO T00IA00MOAPL01 PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO (COMPONENTI: ATMOSFERA, RUMORE, VIBRAZIONI, FAUNA, ECOSISTEMI, PAESAGGIO)**



**FIGURA 1-2 STRALCIO DELL'ELABORATO T00IA00MOAPL02 PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO (COMPONENTI: AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE, AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO, SUOLO E SOTTOSUOLO)**

## **2. IMPOSTAZIONE METODOLOGICA DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

---

Nella presente sezione è riportata la metodologia adottata per arrivare alla definizione per ciascuna componente ambientale della programmazione dei monitoraggi.

### **2.1. OBIETTIVI E FINALITÀ**

---

Parallelamente a quanto previsto dalle Linee Guida per il Monitoraggio Ambientale ed in considerazione dell'esperienza maturata da ANAS S.p.A nel corso degli ultimi decenni relativamente al monitoraggio delle infrastrutture stradali, gli obiettivi che il monitoraggio e controllo ambientale deve perseguire sono:

- Confrontare le tipologie e le entità degli impatti previsti dallo Studio di Impatto Ambientale (SIA) con quelli che effettivamente si verificano in fase di costruzione ed esercizio dell'infrastruttura;
- Verificare durante la costruzione l'eventuale insorgere di tipologie di impatti non previste dallo SIA e/o criticità ambientali che necessitano di tempestive azioni correttive;
- Permettere una correlazione dei dati ambientali che fornisca indicazioni circa l'andamento naturale dei parametri monitorati ed eventuali variazioni insorte tra ante operam, corso d'opera e postoperam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- Verificare l'efficacia delle misure di compensazione e/o mitigazione poste in essere sia provvisoriamente per la fase di cantiere, sia a livello definitivo dell'infrastruttura, compreso il controllo degli eventuali contenuti, prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale;
- Fornire suggerimenti e correlazione tra azioni correttive adottate e riduzione delle problematiche ambientali associate;
- Eseguire misure e controlli previsti nelle procedure del Sistema di Gestione Ambientale e nelle eventuali procedure di emergenza messe in atto in caso di eventi anomali e/o accidentali;
- Fornire indicazioni circa la correttezza di esecuzione, prevedendo misure in contraddittorio per la sicurezza dei lavoratori, così come previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

### **2.2. REQUISITI E COMPETENZE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE**

---

La progettazione del monitoraggio Ambientale e conseguentemente la sua esecuzione e gestione, devono essere formulati e definiti per mirare al raggiungimento dei suddetti obiettivi, pertanto è necessario che soddisfino i requisiti di seguito riportati:

- Prevedere il coordinamento e la condivisione dei dati e dei risultati delle attività di monitoraggio previste con gli Enti territoriali ed ambientali preposti al controllo e/o che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali

- Prevedere che la rete di monitoraggio progettata sia un'integrazione e non una duplicazione o ripetizione delle reti di monitoraggio esistenti
- Pervenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato alla significatività degli impatti previsti in fase di redazione dello SIA e all'importanza dell'opera definiti in modo indicativo ma non esaustivo in base a:
  - Estensione spaziale dell'area geografica interessata dall'opera e dai suoi effetti ambientali
  - Particolari criticità e/o sensibilità del territorio attraversato dall'infrastruttura
  - Entità, sia in termini qualitativi che quantitativi dell'impatto previsto sulla specifica componente ambientale
  - Probabilità e frequenza di accadimento, durata prevista dell'impatto considerato
  - Reversibilità degli effetti generati dalla criticità ambientale associata al singolo impatto.
- Selezionare modalità di attuazione del Monitoraggio Ambientale che siano anche esse proporzionate all'opera in progetto, in termini di:
  - Estensione spaziale dell'areale di monitoraggio selezionato per ogni specifica componente ambientale
  - Numero e tipologia di matrici ambientali coinvolte e monitorate
  - Numero e tipologia di stazioni di monitoraggio per ogni componente
  - Parametri di monitoraggio
  - Frequenza e durata dei campionamenti
  - Fasi di monitoraggio e loro durata (AO, CO e PO) per ciascuna componente ambientale esaminata
- Focalizzare il PMA su misure e metodiche che consentano di valutare il reale impatto della singola opera specifica sull'ambiente.
- Utilizzare metodologie e criteri generali standardizzati per la definizione del Monitoraggio Ambientale, in modo che risultati e dati ottenuti per aree di monitoraggio simili o lavorazioni omologhe in cantieri differenti possano essere confrontate e comparate.
- Avvalersi di metodologie di restituzione dei dati che siano conformi agli standard europei vigenti (INSPIRE, ISO) in modo da garantire l'universalità dell'interpretazione del dato e l'interazione tra sistemi di trasmissione e scambio dei dati.
- Definire la struttura organizzativa preposta all'effettuazione del MA
- Specificare la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio per ciascuna componente ambientale di monitoraggio che resti, comunque, sufficientemente flessibile in base alle variazioni del cronoprogramma delle lavorazioni di cantiere
- Fornire contenuti chiari e univoci, facilmente attuabili e interpretabili, che definiscano:
  - Modalità di rilevamento e uso della strumentazione aggiornati in base alla normativa vigente
  - Metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico
  - Meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie

- Parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali
- Numero, tipologie e distribuzione territoriale delle stazioni di misura con motivazione della scelta in base alle interferenze e alla sensibilità/criticità dell'ambiente interessato
- Frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare

Prevedere ed identificare i costi del monitoraggio dettagliati sia in base alle diverse componenti ambientali sia in base alle fasi di monitoraggio (ante operam, corso d'opera e post operam) che tenga in debita considerazione imprevisti tecnici e che sia inserito nel computo economico del progetto.

### **2.3. DEFINIZIONE E ARTICOLAZIONE TEMPORALE DELLE FASI DI MONITORAGGIO**

Il Piano di Monitoraggio Ambientale sia in fase di progettazione che in fase di esecuzione delle attività, deve essere chiaramente definito da un punto di vista temporale in tre fasi:

- Monitoraggio *Ante Operam* (AO), che si conclude prima dell'inizio di qualsiasi attività interferente con la componente ambientale. In tale fase sono recepite tutte le informazioni reperibili sia bibliograficamente che dagli studi e misurazioni effettuate per la redazione del progetto definitivo e relativo Studio di Impatto Ambientale (SIA) e si sviluppa una attività di monitoraggio che sia un aggiornamento ed un completamento di tali dati, tenendo in debita considerazione anche eventuali prescrizioni impartite dagli Enti in fase di approvazione del progetto.

Al termine della fase di Ante Operam si devono avere tutti gli strumenti per delineare un quadro completo della situazione pregressa nell'area di intervento prima dell'installazione dei cantieri e dell'inizio delle lavorazioni.

Il Monitoraggio Ante Operam deve anche dare una chiara indicazione sull'evoluzione temporale dei parametri indicatori di monitoraggio sia come trend a lungo termine in base agli studi bibliografici e previsioni e/o studi modellistici, sia come periodicità stagionale o altra frequenza in base alla specificità della componente ambientale considerata. Pertanto, il monitoraggio ambientale Ante Operam deve essere progettato in modo da fornire indicazioni circa:

- lo stato fisico dei luoghi, le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico, eventuali variazioni o oscillazioni periodiche dei parametri, valori medi di inquinamento pregresso, peculiarità o criticità esistenti prima dell'inizio delle attività;
  - la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale dell'opera, che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera; ciò consente la valutazione comparata con i controlli effettuati in corso d'opera e post operam, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali.
- 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.

Comprende le attività di monitoraggio volte alla verifica dell'incremento delle concentrazioni di inquinanti e delle modificazioni indotte dalle lavorazioni, sia direttamente che indirettamente, sulle diverse matrici ambientali. L'attivazione del monitoraggio dei punti di controllo delle componenti ambientali avviene entro 15 gg dall'inizio delle lavorazioni di una WBS.

Si propone, infine anche come verifica del monitoraggio effettuato dalle singole imprese per la sicurezza dei lavoratori negli ambienti di lavoro.

Fornisce, quindi, una caratterizzazione ad ampio raggio dei livelli di concentrazione degli inquinanti e degli indicatori ambientali su tutte le matrici coinvolte, individuando in continuo ed in tempo pressoché reale eventuali situazioni di emergenza o anomalia rispetto alle previsioni effettuate in fase di redazione dello SIA, e dell'eventuale Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC).

Pertanto, il monitoraggio ambientale Corso d'Opera deve essere progettato in modo da fornire indicazioni circa:

- l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'opera, direttamente o indirettamente (es.: allestimento del cantiere);
  - situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori;
  - le criticità ambientali, non individuate nella fase AO, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio e l'eventuale adozione di azioni correttive e mitigative.
- Monitoraggio *Post Operam* (PO), comprendente le fasi di esercizio, la cui durata è funzione sia della componente indagata sia della tipologia di Opera. In particolare la durata del post operam dovrà essere valutata sia in considerazione del tempo necessario alla stabilizzazione dell'indicatore di monitoraggio selezionato per la specifica componente ambientale, sia del tempo necessario perché l'infrastruttura sia utilizzata "a regime" e tutte le viabilità vengano ripristinate in base alla circolazione finale in progetto.

Il monitoraggio post operam permetterà di valutare se gli impatti previsti siano effettivamente in termini qualitativi e quantitativi quelli che si rilevano in fase di esercizio dell'infrastruttura, di verificare l'efficacia delle misure di mitigazione e compensazioni messe in opera, di esaminare ed integrare i controlli previsti dal piano di manutenzione dell'opera.

Pertanto, il monitoraggio ambientale Post Operam deve essere progettato in modo da fornire indicazioni circa:

- il confronto tra gli indicatori definiti nello stato AO con quelli rilevati nella fase di esercizio dell'opera;
- il controllo dei livelli di ammissibilità, sia dello scenario degli indicatori definiti nelle condizioni AO, sia degli altri eventualmente individuati in fase di costruzione;
- l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione, anche al fine del collaudo.

### 3. AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

---

La presente sezione esamina tutte le possibili fonti di interferenza con la componente Ambiente Idrico Superficiale. Per ciascuna di essa, in base alla tipologia e alla durata dell'interferenza ed alle specifiche caratteristiche della componente in esame, sarà individuato il migliore e più efficace profilo di monitoraggio; tale profilo comprenderà la definizione delle macro-tipologie di monitoraggio a seconda della fonte di interferenza e per ciascuna di esse sarà individuato il set di parametri atto a meglio evidenziare il disturbo e la frequenza di indagine più adatta. Nello specifico caso della componente in esame sarà affrontato il tema del monitoraggio delle acque superficiali e quello degli approvvigionamenti e scarichi idrici.

#### 3.1. OBIETTIVI E FINALITÀ

---

Il progetto di monitoraggio dell'Ambiente Idrico Superficiale sarà redatto con lo scopo di testimoniare le eventuali variazioni quantitative e qualitative indotte sulle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio attraversato, durante ed in seguito alla realizzazione dell'infrastruttura stradale. Pertanto, il monitoraggio delle Acque Superficiali definirà le caratteristiche delle aste idriche ed individuerà le variazioni che la realizzazione e l'esercizio dell'opera possono comportare nello stato della risorsa idrica. I punti da monitorare e le tecniche da adottare sono state, quindi, determinati in base a tale analisi, integrata con considerazioni relative alla tipologia delle aree di interferenza dell'opera, alle caratteristiche dei siti attraversati e agli obiettivi del monitoraggio.

Le interferenze principali che si possono verificare in corso d'opera sulla circolazione idrica superficiale sono legate essenzialmente alle lavorazioni che vengono effettuate direttamente in alveo, quali la realizzazione di ponti o viadotti ed opere connesse. Ugualmente, in fase di esercizio dell'infrastruttura è necessario monitorare il nuovo assetto idraulico e idrologico in seguito all'inserimento delle suddette opere d'arte.

Il monitoraggio sugli approvvigionamenti e scarichi idrici si pone la finalità, durante la realizzazione di opere di grandi dimensioni e di costruzioni complesse, che sia sempre assicurata e gestita in modo ottimale la razionalizzazione e l'utilizzo delle risorse non rinnovabili.

Lo stesso concetto è ribadito più volte nell'ambito della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 23 Ottobre 2000, che costituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque : *"L'acqua non è un prodotto commerciale al pari degli altri, bensì un patrimonio che va protetto, difeso e trattato come tale"* e ancora *"Come stabilito dall'articolo 174 del trattato, la politica ambientale della Comunità deve contribuire a perseguire gli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali, che deve essere fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, anzitutto alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio "chi inquina paga"*.

### 3.2. TIPOLOGIE DI MISURAZIONI

---

Gli impatti prevedibili a spese dell'ambiente idrico superficiale possono essere riassunti come segue:

- la modifica del regime idrologico;
- l'inquinamento chimico delle acque;
- l'inquinamento microbiologico e batteriologico delle acque.

Date le tipologie di impatto, sono definite altrettante famiglie di indicatori atti a determinare in modo tempestivo e quanto più univoco possibile le alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere. Le tipologie di misurazioni previste sono indicate di seguito, mentre nei prossimi paragrafi per ciascuna di esse verrà indicato il set di parametri, la frequenza del monitoraggio e la localizzazione delle relative sezioni del corpo idrico da individuare per il campionamento e le misure in situ.

- *Misure del tipo idrologico e chimico fisico in situ **ASUP\_S***: le misure di tipo idrologico sono necessarie per una corretta correlazione dei dati delle misure chimico-fisiche con il fattore di diluizione o concentrazione dovuto all'entità del corpo idrico anche in funzione dei regimi stagionali. I parametri chimico fisici, misurabili istantaneamente sul campo, sono utili per una prima indicazione sullo stato di qualità della matrice che sarà poi indagato con maggiore dettaglio con le analisi di laboratorio.
- *Misure del tipo chimico-batteriologico di laboratorio **ASUP\_L***: comprendono determinazioni di laboratorio dei parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione, della specifica lavorazione e del territorio in cui si opera.

Per quanto riguarda il monitoraggio degli *approvvigionamenti idrici* in fase di cantiere, non essendoci parametri qualitativi da indagare, in quanto la risorsa viene direttamente fornita tramite collegamento alla rete acquedottistica locale e/o attraverso cisterne di approvvigionamento diretto, è stato definito un tipo di controllo quantitativo nell'ottica del risparmio della risorsa idrica, indicato con **AAPP**.

Infine, il monitoraggio per gli *scarichi idrici* nasce dall'esigenza di rispettare i criteri della salvaguardia ambientale. In sede di lavori/esercizio sarà pertanto necessario l'autorizzazione allo scarico, che in essere ha una serie di procedure e verifiche sia di tipo documentale che di tipo qualitativo della risorsa reimessa nell'ambiente (**ASCA\_D e ASCA\_L**).

### 3.3. PARAMETRI DI MONITORAGGIO

---

Il riferimento normativo nazionale per la classificazione dello stato di qualità per un corpo idrico superficiale è rappresentato dal D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 e ss.mm.ii., recante "Norme in materia ambientale" che recepisce la Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE, e dai successivi decreti attuativi quali il D.M. 56/2009, il D.M. 260/2010 e il D.M. 156/2013.

Per quanto riguarda lo stato chimico il D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. ed i suddetti decreti definiscono gli standard di qualità ambientali per varie matrici, in particolare nella Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte III del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii, sono elencate le sostanze prioritarie da ricercare nelle acque superficiali e le concentrazioni che identificano il buono stato chimico di un corpo idrico.

L'individuazione dei parametri da utilizzare come indicatori di potenziale interferenza è stata effettuata, quindi, integrando quanto definito a livello normativo con gli specifici indicatori connessi agli impatti ambientali generati rispettivamente in fase di realizzazione ed esercizio dell'infrastruttura.

### 3.3.1. Misure del tipo idrologico e chimico fisico in situ (ASUP S)

<b>Portata</b>	<i>È un indicatore non solo di una possibile variazione di tipo idraulico del corpo idrico, ma anche di una possibile correlazione dei dati delle misure chimico-fisiche con il fattore di diluizione o concentrazione dovuto all'entità del corpo idrico anche in funzione dei regimi stagionali</i>
<b>Temperatura dell'acqua</b>	<i>Indica situazioni anomale di campionamento; la temperatura delle acque sotterranee presenta normalmente modeste variazioni di temperatura.</i>
<b>Temperatura dell'aria</b>	<i>È una misura necessaria in quanto costituisce un valore di riferimento per le altre misure</i>
<b>pH</b>	<i>Il valore misurato in campo consente di ottenere risposte molto più precise rispetto ad eventuali misure in laboratorio. La misura del pH deve essere sempre associata alla temperatura. Variazioni dei valori naturali di pH di una falda acquifera possono essere prodotte da perdite e sversamenti di reagenti, additivi e malte cementizie. Tali variazioni di pH possono indurre modificazioni nello stato di dissociazione di alcune sostanze causando il passaggio da forme non tossiche a forme tossiche.</i>
<b>Conducibilità Elettrica</b>	<i>L'alterazione della conducibilità è legata ad un'alterazione della quantità di cariche portate dagli ioni presenti in soluzione. Tale alterazione può avvenire per sversamento di sostanze, quali malte cementizie o additivi impiegati nella loro preparazione, con una alta concentrazione di sali o che comportano l'aumento degli ioni presenti in soluzione.</i>
<b>Torbidità</b>	<i>Indica la concentrazione di sostanze e particelle solide in sospensione nell'acqua.</i>
<b>Ossigeno Disciolto</b>	<i>La presenza o l'assenza di ossigeno disciolto nell'acqua che penetra nei terreni determina le condizioni ambientali di ossidazione o riduzione; l'acqua di falda più superficiale è sempre ricca di ossigeno perché contenuto nell'acqua piovana o perché assorbito durante il passaggio in una zona aerata</i>
<b>Potenziale Redox</b>	<i>Un alto livello di potenziale redox indica che le specie chimiche disciolte sono nello stato di ossidazione più elevato. Alterazioni dello stato di redox possono essere indotte dall'immissione di carichi organici o da specie chimiche impiegate quali additivi.</i>

TABELLA 3-1: DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MONITORAGGIO IDROLOGICO IDRAULICO E CHIMICO FISICO IN SITU – ACQUE SUPERFICIALI

### 3.3.2. Misure del tipo chimico batteriologico in laboratorio (ASUP L)

I parametri per cui è necessario prevedere il campionamento, la conservazione del campione e il trasporto per il trasferimento in laboratorio dello stesso sono:

Azoto Totale, Nitriti e Nitrati	<i>L'azoto ed il fosforo sono i responsabili dell'eutrofizzazione dei corpi idrici e, di conseguenza, della riduzione del contenuto di ossigeno delle acque interne e marine. La maggior parte dell'azoto totale contenuto nelle acque fluviali è rappresentato da azoto inorganico disciolto, in articolare da nitrati e ammoniaca che compromettono la qualità dell'acqua e risultano tossici per la fauna acquatica.</i>
Fosforo Totale	<i>I composti del fosforo sono fitonutrienti e causano la crescita di alghe nelle acque superficiali. A seconda della concentrazione dei fosfati presenti nelle acque può verificarsi una eutrofizzazione o lo sbilanciamento della qualità delle acque superficiali. I composti del fosforo arrivano nelle acque superficiali attraverso il dilavamento dei fertilizzanti, detersivi e prodotti detergenti e additivi usati nelle lavorazioni di cantiere.</i>
Solidi Sospesi Totali	<i>Variazioni significative delle quantità naturali di solidi sospesi sono di solito causate dalla realizzazione di opere che comportano lavori in alveo. Un aumento dei materiali trasportati in sospensione causa un aumento della torbidità delle acque con conseguenti effetti negativi per l'ecosistema acquatico. Infatti, l'alta torbidità riduce la penetrazione della radiazione solare nell'acqua limitando l'attività fotosintetica delle specie vegetali.</i>
Cloruri	<i>Contenuti in composti inorganici industriali e negli additivi usati per le attività di cantiere. Un'alta concentrazione può significare un'infiltrazione di acque di scarico industriali o civili con possibile inquinamento da batteri.</i>
Solfati	<i>Tra i solfati di maggior interesse industriale, il sodio solfato, il calcio solfato ed il rame solfato che possono essere presenti negli additivi usati nelle attività di cantiere. Un concentrazione elevata di solfati potrebbe non essere legata a fenomeni di inquinamento, in quanto presente naturalmente nelle acque, ma può essere anche provocata da sversamenti accidentali di sostanze utilizzate nelle lavorazioni.</i>
Idrocarburi Totali e IPA	<i>Gli idrocarburi totali sono composti organici costituiti da carbonio e idrogeno. Si distinguono in aromatici e alifatici, a seconda che contengano o meno anelli benzenici. Sono derivati del petrolio e sono largamente usati come combustibili, lubrificanti e solventi. La loro presenza nei corpi idrici è legata per lo più a sversamenti accidentali o perdite che potrebbero verificarsi in prossimità dei cantieri e luoghi dove si svolgono attività che prevedano l'utilizzo di mezzi meccanici. Gli idrocarburi sono molto pericolosi per le acque superficiali in quanto hanno la capacità di distribuirsi sulla superficie dell'acqua creando un film che impedisce gli scambi gassosi con l'atmosfera. Sono, inoltre, tossici per la salute umana.</i>
Tensioattivi Anionici e Non Anionici	<i>I tensioattivi anionici e non anionici sono costituenti fondamentali dei formulati impiegati nella detergenza domestica ed industriale. La loro presenza in acque superficiali e sotterranee è sempre indice di inquinamento antropico. Costituiscono i componenti più importanti dei derivati commerciali ad uso domestico ed industriale, insieme a sostanze complementari (additivi e coadiuvanti) di diversa natura e proprietà. Possono contribuire all'aumento dei fenomeni di eutrofizzazione e alla produzione di schiume in superficie.</i>

Sostanza organica: BOD5 e COD	<i>Il contenuto di sostanza organica dell'acqua viene in genere misurato in termini di domanda biochimica di ossigeno (BOD) e domanda chimica di ossigeno (COD). Questi valori non sono direttamente confrontabili in quanto il COD comprende le frazioni di sostanza organica che non sono immediatamente ossidate mediante i meccanismi biologici. La sostanza organica contenuta nei reflui viene facilmente demolita ma questo processo richiede ossigeno e una condizione di marcata ipossia può compromettere la vita acquatica.</i>
Metalli (Alluminio, Cromo totale, Zinco, Ferro, Rame, Nichel, Piombo, Arsenico, Cadmio, Mercurio)	<i>I metalli sono contenuti nei bitumi e nel cemento e, pertanto, l'attività di cantiere ed in particolare i cantieri di armamento e le lavorazioni per la realizzazione di fondazioni profonde possono essere responsabili di inquinamento per le acque superficiali. I metalli sono molto tossici sia per la salute umana, sia per l'intero ecosistema acquatico.</i>
Escherichia Coli, Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali	<i>La presenza di batteri nell'ambiente idrico significa inequivocabilmente l'esistenza di una contaminazione fecale o per immissione diretta di acque di scarico o per dilavamento in occasione delle piogge di suoli contaminati. Questi organismi sono i migliori indicatori della presenza in acque superficiali della presenza di organismi patogeni. L'OMS considera, ad esempio, E. coli un indicatore primario di inquinamento fecale a causa della sua maggiore stabilità nell'ambiente acquatico e della sua minore sensibilità alle procedure di disinfezione.</i>

**TABELLA 3-2: DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MONITORAGGIO IDROLOGICO IDRAULICO E CHIMICO-BATTERIOLOGICO IN LABORATORIO – ACQUE SUPERFICIALI**

### **3.3.3. Misure sull'approvvigionamento idrico (AAPP)**

Il monitoraggio degli apporti idrici forniti al cantiere consiste in una iniziale previsione dei consumi derivanti dall'analisi dei fabbisogni, ed in una successiva rivalutazione in fase di installazione delle aree di cantiere e di inizio delle lavorazioni. In fase di costruzione dell'infrastruttura, invece, la verifica sarà principalmente di tipo documentale e consisterà in controlli che saranno effettuati direttamente sulle fatture emesse dal distributore della risorsa piuttosto che tramite lettura diretta dal contatore volumetrico o dalla cisterna di distribuzione. Tali letture serviranno per un confronto con i valori previsionali auspicati e permetteranno di fare intervenire le opportune misure di correzione nel caso sia riscontrato un uso poco consono della risorsa.

### **3.3.4. Misure sugli scarichi idrici (ASCA D e ASCA L)**

Per quanto riguarda il monitoraggio degli scarichi idrici, le verifiche saranno sia di tipo documentale che di laboratorio, in quanto sarà necessario prevedere una richiesta di autorizzazione allo scarico, dove richiesto dalla normativa vigente rappresentata dal D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., e campionamenti a monte del rilascio dei parametri e con le frequenze ivi previste.

Le acque reflue prodotte nel corso dell'attività di un cantiere possono essere distinte in:

- a) acque meteoriche di dilavamento delle aree impermeabilizzate in uscita dall'impianto di trattamento del campo Base;
- b) acque di lavorazione;
- c) acque reflue civili generate all'interno del Campo Base.

L'area del Campo Base, in quanto ricade all'interno delle aree di rispetto di alcuni pozzi ad uso idropotabile, è stata completamente pavimentata al fine di evitare potenziali percolazioni di acque inquinate nel sottosuolo. Inoltre, per evitare che le acque meteoriche di dilavamento possano entrare in contatto con il territorio circostante, con il rischio di inquinamento dei suoli e della risorsa idrica, è stato predisposto, all'interno del Campo Base, un presidio costituito da un sistema di raccolta e trattamento delle acque. Le stesse, una volta depurate, saranno scaricate nel recettore finale (Roggia della Lobia), non costituendo più un potenziale impatto per la componente in oggetto. In corrispondenza dell'impianto di trattamento delle acque meteoriche di dilavamento del Campo Base è stato previsto un monitoraggio per controllare la qualità degli scarichi in uscita.

Le acque di lavorazione per la realizzazione delle opere d'arte di progetto risultano molto modeste, in quanto non sono previsti scavi di gallerie e la produzione del calcestruzzo non è svolta in cantiere, perciò tali acque potrebbero essere rappresentate eventualmente da uno sversamento accidentale di acque potenzialmente contaminate al suolo e nel reticolo superficiale. Questa eventualità, comunque remota, sarà minimizzata attraverso un preciso intervento di emergenza di messa in sicurezza e bonifica, come descritto nello Studio d'Impatto Ambientale del presente progetto.

Relativamente alle acque reflue civili generate all'interno del Campo Base è stata predisposta una rete di raccolta esclusiva per questi scarichi, i quali saranno condotti all'interno di un impianto di depurazione di tipo fossa Imhoff con funzione di pretrattamento ed accumulo con eventuale recapito nella rete fognaria nera esistente o, nel caso non sia possibile, sarà prelevata tramite autospurgo e conferita ad idoneo trattamento finale. Quindi non è previsto alcun tipo di scarico di reflui, anche pretrattati, nel reticolo superficiale.

Le acque reflue prodotte nel corso della fase d'esercizio sono quelle meteoriche di dilavamento stradale in uscita dai tre impianti di trattamento previsti in progetto, in corrispondenza dei quali è stato previsto un monitoraggio per controllare la qualità degli scarichi in uscita, recapitati nella Roggia Zubana.

Il controllo sulla corretta gestione degli scarichi passa, attraverso due steps:

- Controlli di tipo documentale ASCA D: all'attivazione dello scarico nel reticolo superficiale (Roggia Archiello, Roggia Zubana e Roggia della Lobia) sarà necessario provvedere alla verifica dell'effettuazione della domanda di autorizzazione che dovrà essere presentata al Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta.
- Controlli di tipo ASCA L: comprendono le analisi di laboratorio effettuate sui campioni prelevati immediatamente a valle del trattamento, prima dello scarico nel corpo recettore. L'autorizzazione fissa i parametri da monitorare ed i limiti da rispettare, che possono anche essere più stringenti di quelli fissati

nella Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte III del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii, a cui occorre basarsi per il tipo di monitoraggio in oggetto.

### 3.4. UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

I punti di monitoraggio sono stati localizzati:

- *in corrispondenza dell'alveo del Torrente Orolo, della Roggia Zubana e del Fiume Bacchiglione, in prossimità dei rispettivi ponti di progetto.*
- *in corrispondenza della Roggia Archiello, della Roggia della Lobia e della Roggia Zubana, che costituiscono i ricettori finale delle acque di piattaforma sia nella fase di cantiere (Roggia Archiello e Roggia della Lobia) che di esercizio (Roggia Archiello e della Roggia Zubana).*

Il criterio di localizzazione delle sezioni di monitoraggio presso il punto di interferenza del tracciato stradale con il corpo idrico, si riconduce all'individuazione di una sezione rappresentativa a monte e a valle del tratto potenzialmente interferito. Il criterio Monte/Valle, permette in caso di anomalia di correlare direttamente la fonte di inquinamento con le attività presenti in cantiere o durante l'esercizio, piuttosto che a fonti di inquinamento presenti in tratti a monte dell'interferenza.

I controlli sugli approvvigionamenti idrici saranno effettuati sui contatori volumetrici installati nel Campo Base. Per quanto riguarda gli scarichi idrici sono stati individuati cinque punti di monitoraggio, uno in corrispondenza del recapito delle acque prodotte e trattate nel Campo Base, l'altro in corrispondenza dello scarico nella Roggia Archiello e gli ultimi tre in uscita dai tre impianti di trattamento previsti nella fase di esercizio.

*Sulla base dei criteri indicati sono stati, quindi, individuati i seguenti punti di monitoraggio:*

Codice	Tipo monitoraggio	Corso d'acqua	Opera
ASUP_01	ASUP_S-L	Roggia Archiello	Scarico acque meteoriche di piattaforma stradale
ASUP_02	ASUP_S-L	Torrente Orolo	Ponte Torrente Orolo
ASUP_03	ASUP_S-L	Torrente Orolo	Ponte Torrente Orolo
ASUP_04	ASUP_S-L	Roggia della Lobia	Deviazione con realizzazione della rotatoria con S.C. di Lobia
ASUP_05	ASUP_S-L	Roggia della Lobia	Deviazione con realizzazione della rotatoria con S.C. di Lobia
ASUP_06	AAPP e ASCA_D-L	Roggia della Lobia	Campo Base
ASUP_07	ASCA_D-L	Roggia Zubana	Acque di dilavamento stradale in uscita dall'impianto di trattamento T1
ASUP_08	ASUP_S-L	Roggia Zubana	Ponte Roggia Zubana
ASUP_09	ASUP_S-L	Roggia Zubana	Ponte Roggia Zubana
ASUP_10	ASCA_D-L	Roggia Zubana	Acque di dilavamento stradale in uscita dall'impianto di trattamento T2
ASUP_11	ASCA_D-L	Roggia Zubana	Acque di dilavamento stradale in uscita dall'impianto di trattamento T3
ASUP_12	ASUP_S-L	Fiume Bacchiglione	Ponte Fiume Bacchiglione

Codice	Tipo monitoraggio	Corso d'acqua	Opera
ASUP_13	ASUP_S-L	Fiume Bacchiglione	Ponte Fiume Bacchiglione

TABELLA 3-3 – PUNTI DI MONITORAGGIO PER LE ACQUE SUPERFICIALI E PER GLI APPROVVIGIONAMENTI E GLI SCARICHI IDRICI

### 3.5. FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

Nella prima parte del presente capitolo sono riportati i criteri per definire la frequenza e la durata delle campagne di monitoraggio per la matrice Acque Superficiali. Segue una seconda parte analoga per il monitoraggio degli approvvigionamenti e degli scarichi idrici. Infine, è riportata una tabella che sintetizza le scelte condotte in termini di frequenza e durata delle misure sulle acque superficiali e sugli scarichi idrici.

#### Monitoraggio per la componente Acque superficiali.

Lo scopo del monitoraggio Ante Operam (AO) è quello di determinare le caratteristiche dei corsi d'acqua in termini quantitativi e qualitativi in modo da avere un riferimento da utilizzare in corso d'opera per ristabilire le condizioni preesistenti. Saranno sottoposti a monitoraggio ante operam i corsi d'acqua attraversati con opere di progetto (ponti, tombini) ed individuati al paragrafo precedente prevalentemente nella sezione di valle in quanto non ancora presente la fonte di disturbo. La frequenza di campionamento in AO è stata fissata per due volte in un anno. È comunque indispensabile che i campionamenti siano programmati in modo da poter, dove possibile, garantire un minimo deflusso superficiale per la corretta effettuazione dei campionamenti. In AO saranno rilevati i parametri *ASUP\_S*, *ASUP\_L*.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (CO) ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri idrologici e qualitativi del sistema acque superficiali. Il monitoraggio permetterà un confronto sia con i risultati ottenuti in fase di AO sia tra i livelli di concentrazione di inquinanti rilevati a monte e a valle dell'interferenza. Pertanto, il campionamento in CO sarà effettuato presso tutti i punti di monitoraggio individuati e monitorati in AO, sia nella sezione di Valle che in quella di Monte.

Nel caso di interferenze con corpi idrici minori (Roggia della Lobia), la tipologia di interventi e lavorazioni previste sono del tipo canalizzazioni, tombamenti o opere similari che comportano lavorazioni meno invasive ed, in generale, che non richiedono tempi di realizzazione eccessivamente lunghi. Per tali tipologie di interferenze si realizzerà un monitoraggio di tipo *ASUP\_S* e *ASUP\_L* con una frequenza di 2 volte in un anno, comunque proporzionale alla durata del cantiere. Ciò garantirà di avere un set di dati sufficiente a ricavare un trend sia per i parametri chimico-fisici in situ sia per quelli di laboratorio, che possa essere efficacemente confrontato con i risultati AO.

Nel caso di interferenza con corpi idrici primari (Torrente Orolo, Roggia Zubana e Fiume Bacchiglione), invece, il superamento dell'interferenza comporta la realizzazione di opere d'arte importanti come ponti o viadotti, le cui lavorazioni non si estinguono spesso in tempi brevi. In tal caso la frequenza di campionamento è fissata trimestrale per tutte le tipologie di parametri *ASUP\_S*, *ASUP\_L*.

Per entrambe le tipologie di interferenza, comunque, il monitoraggio avrà una durata pari al tempo di effettiva realizzazione delle opere e, dovrà tenere conto dell'avanzamento lavori fino al completo esaurimento dell'interferenza sui corpi idrici.

Il Monitoraggio Post Operam (PO) ha lo scopo di controllare e verificare che la fase di esercizio dell'opera non induca alterazioni dei caratteri idrologici e qualitativi del sistema acque superficiali, e che le previsioni di assestamento avanzate in sede progettuale siano quelle che realmente si verificano in fase di esercizio dell'infrastruttura. Il monitoraggio in PO sarà effettuata per un periodo di almeno un anno dall'effettiva entrata in esercizio del collegamento stradale, con frequenza di due volte l'anno per tutti i parametri individuati nel precedente paragrafo (*ASUP\_S, ASUP\_L*).

#### Monitoraggio per gli approvvigionamenti e gli scarichi idrici

Per quanto riguarda gli scarichi idrici, i controlli di tipo ASCA\_L, devono necessariamente prevedere il campionamento e l'analisi di laboratorio così come definite nell'autorizzazione emessa dall'autorità competente o quanto indagare i parametri riportati nella Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte III del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

In fase di esercizio dell'infrastruttura ed in seguito alla disinstallazione dei cantieri, non sarà più necessario, ovviamente, prevedere controlli per gli approvvigionamenti, mentre per gli scarichi sarà verificata, nel caso di convogliamento delle acque di piattaforma e loro scarico in corpo recettore, dapprima l'efficacia del sistema di trattamento e a distanza temporale il suo corretto funzionamento anche a regime di transiti sull'infrastruttura.

#### Riepilogo Attività di Monitoraggio

Di seguito è riportata una tabella riepilogativa della frequenza e della durata del monitoraggio sulla componente acque superficiali e sugli scarichi idrici.

Codice Punto	Metodica	AO			CO			PO		
		Durata AO (anni)	Rilievi/Anno AO	TOT AO	Durata CO (anni)	Rilievi/Anno CO	TOT CO	Durata PO (anni)	Rilievi/Anno PO	TOT PO
ASUP_01(*)	ASCA_L	-	-	-	0.5	2	1	1	2	2
ASUP_02	ASUP_S-L	1	2	2	0.5	4	2	1	2	2
ASUP_03	ASUP_S-L	-	-	-	0.5	4	2	1	2	2
ASUP_04	ASUP_S-L	1	2	2	0.5	2	1	1	2	2
ASUP_05	ASUP_S-L	-	-	-	0.5	2	1	1	2	2
ASUP_06(**)	ASCA_L	-	-	-	1.5	2	3	-	-	-
ASUP_07(*)	ASCA_L	-	-	-	-	-	-	1	2	2
ASUP_08	ASUP_S-L	1	2	2	0.5	4	2	1	2	2
ASUP_09	ASUP_S-L	-	-	-	0.5	4	2	1	2	2
ASUP_10(*)	ASCA_L	-	-	-	-	-	-	1	2	2
ASUP_11(*)	ASCA_L	-	-	-	-	-	-	1	2	2
ASUP_12	ASUP_S-L	1	2	2	1	4	4	1	2	2
ASUP_13	ASUP_S-L	-	-	-	1	4	4	1	2	2

(\*) per i punti contrassegnati con un asterisco occorre effettuare anche la metodica ASCA\_D con le modalità descritte nei capitoli precedenti;

(\*\*) per i punti contrassegnati con doppio asterisco occorre effettuare anche la metodica AAPP e ASCA\_D con le modalità descritte nei capitoli precedenti.

**TABELLA 3-4 FREQUENZE E DURATE DI MONITORAGGIO**

## 4. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

La presente sezione esamina tutte le possibili fonti di interferenza con la componente Ambiente Idrico Sotterraneo. Per ciascuna di essa, in base alla tipologia e alla durata dell'interferenza ed alle specifiche caratteristiche della componente in esame, sarà individuato il migliore e più efficace profilo di monitoraggio; tale profilo comprenderà la definizione delle macro-tipologie di monitoraggio a seconda della fonte di interferenza e per ciascuna di esse sarà individuato il set di parametri atto a meglio evidenziare il disturbo e la frequenza di indagine più adatta. Nello specifico caso della componente in esame sarà affrontato il tema del monitoraggio delle acque sotterranee.

### 4.1. OBIETTIVI E FINALITÀ

Il progetto di monitoraggio dell'Ambiente Idrico Sotterraneo ha lo scopo di evidenziare le eventuali variazioni quantitative e qualitative sugli equilibri idrogeologici, provocate sia dalla realizzazione e dall'esercizio delle opere previste nel progetto del nuovo tracciato stradale sia dall'installazione e dalle caratteristiche delle aree di cantiere. Pertanto, nel precedente capitolo sono state individuate le attività in fase di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura che possono interferire in qualche modo con "bacini idrici sotterranei" sia a livello qualitativo che a livello quantitativo. Le interferenze principali che si possono verificare in corso d'opera sulla circolazione idrica sotterranea sono legate essenzialmente alla realizzazione di manufatti con opere di fondazione in profondità ed alla possibilità di contaminazione dovuta agli sversamenti accidentali sul suolo che possono raggiungere la falda acquifera. In Tabella 4-1 vengono riassunte le azioni potenzialmente impattanti e le zone in cui queste azioni potrebbero svilupparsi

AZIONE POTENZIALMENTE IMPATTANTE	AREA IMPATTATA
sversamento accidentale di sostanze inquinanti	campo base
sversamento accidentale di sostanze inquinanti	cantieri operativi e aree di stoccaggio
realizzazione di opere di fondazione profonde	realizzazione di ponti e viadotti

TABELLA 4-1 – AZIONI DI IMPATTO E AREE IMPATTATE IN FASE DI CANTIERE

In fase di esercizio dell'infrastruttura sarà necessario, invece, verificare che siano ristabilite le condizioni qualitative e quantitative pregresse alla realizzazione dell'infrastruttura per le aree utilizzate per le installazioni di cantiere. I

### 4.2. TIPOLOGIE DI MISURAZIONI

Nel presente Piano di Monitoraggio ambientale per le acque sotterranee sono state definite due tipologie di misurazioni:

- *Misure del tipo idrogeologico e chimico fisico in situ **ASOT\_S**: rivestono particolare importanza nell'ambito del monitoraggio in quanto consentono di verificare con immediatezza e facilità valori anomali dei parametri investigati, rispetto al normale range di variazione o ai valori registrati in fase ante operam.*
- *Misure del tipo chimico e batteriologico di laboratorio **ASOT\_L**: comprende la determinazione di laboratorio dei parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione, della specifica lavorazione e del territorio in cui si opera.*

### 4.3. PARAMETRI DI MONITORAGGIO

L'individuazione dei parametri da utilizzare come indicatori di potenziale interferenza è stata effettuata, quindi, parallelamente a quanto previsto per le acque superficiali, integrando quanto definito a livello normativo con gli specifici indicatori connessi agli impatti ambientali generati rispettivamente in fase di realizzazione ed esercizio dell'infrastruttura.

#### 4.3.1. Misure del tipo idrogeologico e chimico fisico in situ (ASOT\_S)

I parametri da rilevare in loco sono:

<b>Portata</b>	<i>È un indicatore non solo di una possibile variazione di tipo idraulico del corpo idrico, ma anche di una possibile correlazione dei dati delle misure chimico-fisiche con il fattore di diluizione o concentrazione dovuto all'entità del corpo idrico anche in funzione dei regimi stagionali</i>
<b>Temperatura dell'acqua</b>	<i>Indica situazioni anomale di campionamento; la temperatura delle acque sotterranee presenta normalmente modeste variazioni di temperatura.</i>
<b>Temperatura dell'aria</b>	<i>È una misura necessaria in quanto costituisce un valore di riferimento per le altre misure</i>
<b>pH</b>	<i>Il valore misurato in campo consente di ottenere risposte molto più precise rispetto ad eventuali misure in laboratorio. La misura del pH deve essere sempre associata alla temperatura. Variazioni dei valori naturali di pH di una falda acquifera possono essere prodotte da perdite e sversamenti di reagenti, additivi e malte cementizie. Tali variazioni di pH possono indurre modificazioni nello stato di dissociazione di alcune sostanze causando il passaggio da forme non tossiche a forme tossiche.</i>
<b>Conducibilità Elettrica</b>	<i>L'alterazione della conducibilità è legata ad un'alterazione della quantità di cariche portate dagli ioni presenti in soluzione. Tale alterazione può avvenire per sversamento di sostanze, quali malte cementizie o additivi impiegati nella loro preparazione, con una alta concentrazione di sali o che comportano l'aumento degli ioni presenti in soluzione.</i>
<b>Torbidità</b>	<i>Indica la concentrazione di sostanze e particelle solide in sospensione nell'acqua.</i>
<b>Ossigeno Disciolto</b>	<i>La presenza o l'assenza di ossigeno disciolto nell'acqua che penetra nei terreni determina le condizioni ambientali di ossidazione o riduzione; l'acqua di falda più superficiale è sempre ricca di ossigeno perché contenuto nell'acqua piovana o perché assorbito durante il passaggio in una zona aerata</i>
<b>Potenziale Redox</b>	<i>Un alto livello di potenziale redox indica che le specie chimiche disciolte sono nello stato di ossidazione più elevato. Alterazioni dello stato di redox possono essere indotte dall'immissione di carichi organici o da specie chimiche impiegate quali additivi.</i>

#### 4.3.2. Misure del tipo chimico e batteriologico in laboratorio (ASOT L)

I parametri per cui è necessario prevedere il campionamento, la conservazione del campione e il trasporto per il trasferimento in laboratorio dello stesso sono:

<b>Cloruri</b>	<i>Contenuti in composti inorganici industriali (sodio, calcio e alluminiocloruro) e negli additivi usati per le attività di cantiere. Un'alta concentrazione può significare un'infiltrazione di acque di scarico industriali o civili con possibile inquinamento da batteri.</i>
<b>Solfati</b>	<i>Tra i solfati di maggior interesse industriale, il sodio solfato, il calcio solfato ed il rame solfato che possono essere presenti negli additivi usati nelle attività di cantiere. Un concentrazione elevata di solfati potrebbe non essere legata a fenomeni di inquinamento, in quanto presente naturalmente nelle acque, ma può essere anche provocata da sversamenti accidentali di sostanze utilizzate nelle lavorazioni.</i>
<b>Idrocarburi Totali, IPA e BTEX</b>	<i>Gli idrocarburi totali sono composti organici costituiti da carbonio e idrogeno. Si distinguono in aromatici e alifatici, a seconda che contengano o meno anelli benzenici. Sono derivati del petrolio e sono largamente usati come combustibili, lubrificanti e solventi. La loro presenza nei corpi idrici è legata per lo più a sversamenti accidentali o perdite che potrebbero verificarsi in prossimità dei cantieri e luoghi dove si svolgono attività che prevedano l'utilizzo di mezzi meccanici.. Sono, inoltre, tossici per la salute umana. In un inquinamento da prodotti petroliferi sono in genere presenti centinaia di molecole diverse, per la maggior parte idrocarburi alifatici saturi, con percentuali variabili di aromatici di varia complessità e peso molecolare, dai BTEX della benzina agli IPA dei prodotti più pesanti.</i>
<b>Tensioattivi Anionici e Non Anionici</b>	<i>I tensioattivi anionici e non anionici sono costituenti fondamentali dei formulati impiegati nella detergenza domestica ed industriale. La loro presenza in acque sotterranee è sempre indice di inquinamento antropico. Costituiscono i componenti più importanti dei derivati commerciali ad uso domestico ed industriale, insieme a sostanze complementari (additivi e coadiuvanti) di diversa natura e proprietà.</i>
<b>Metalli (Alluminio, Cromo, Cromo VI, Zinco, Ferro, Rame, Nichel, Piombo, Arsenico, Cadmio, Mercurio, Calcio, Sodio, Potassio)</b>	<i>I metalli sono contenuti nei bitumi e nel cemento e, pertanto, l'attività di cantiere ed in particolare i cantieri di armamento e le lavorazioni per la realizzazione di fondazioni profonde e per le gallerie possono essere responsabili di inquinamento per le acque sotterranee.</i>
<b>Escherichia Coli</b>	<i>La presenza del batterio nell'ambiente idrico significa inequivocabilmente l'esistenza di una contaminazione fecale o per immissione diretta di acque di scarico o per dilavamento in occasione delle piogge di suoli contaminati. E' il migliore organismo indicatore della presenza in acque sotterranee della presenza di organismi patogeni. La determinazione di parametri microbiologici è finalizzata ad individuare eventuali sversamenti e contaminazione di origine antropica potenzialmente correlati alla presenza di campi e cantieri</i>

#### 4.4. UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

I punti di monitoraggio sono stati localizzati:

- in corrispondenza del Campi Base dei Cantieri Operativi;
- in prossimità delle aree di costruzione di viadotti.

La localizzazione è stata inoltre basata su criteri idrogeologici: i punti di monitoraggio sono stati collocati in corrispondenza delle aree a maggiore vulnerabilità idrogeologica e, nella maggior parte dei casi all'interno delle aree di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile.

I pozzi presenti in zona sono ad uso idropotabile, due di questi si trovano a monte, rispetto al flusso idrogeologico, della viabilità di progetto, mentre il terzo si trova a valle di oltre 350m dalla viabilità con la separazione fisica del Torrente Orolo. Per le caratteristiche di questi pozzi e per l'uso a cui sono adibiti si ritiene di non impiegarli come punti di prelievo dei campioni da monitorare.

Durante la fase d'indagine geologica e idrogeologica (Aprile 2018) propedeutica alla realizzazione del presente Progetto Definitivo, sono stati realizzati tre sondaggi in corrispondenza dei tre alvei fluviali dove è ubicato l'attraversamento idraulico di progetto. Due di questi S2\_D\_PZ e S3\_D\_PZ sono stati attrezzati con piezometro, rispettivamente alle profondità 7.70 m e 20.0 m, mentre il terzo S1-DH è stato utilizzato per effettuare un'indagine sismica. Poiché non si conosce se i fori in corrispondenza di questi sondaggi siano ancora in funzioni, ne tantomeno se lo siano in fase di realizzazione del presente monitoraggio, si ritiene cautelativo prevedere dei nuovi sondaggi in corrispondenza di ogni punto di seguito elencato.

Codice	Tipo metodica	Tipo	Acquifero	Profondità (m)	Opera
ASOT_PZ1	ASOT_S-L	Piezometro (nuovo)	Alluvioni	34	Ponte Torrente Orolo
ASOT_PZ2	ASOT_S-L	Piezometro (nuovo)	Alluvioni	34	Ponte Torrente Orolo
ASOT_PZ3	ASOT_S-L	Piezometro (nuovo)	Alluvioni	10	Campo Base
ASOT_PZ4	ASOT_S-L	Piezometro (nuovo)	Alluvioni	36	Ponte Roggia Zubana
ASOT_PZ5	ASOT_S-L	Piezometro (nuovo)	Alluvioni	36	Ponte Roggia Zubana
ASOT_PZ6	ASOT_S-L	Piezometro (nuovo)	Alluvioni	30	Ponte Fiume Bacchiglione
ASOT_PZ7	ASOT_S-L	Piezometro (nuovo)	Alluvioni	30	Ponte Fiume Bacchiglione

TABELLA 4-2 – PUNTI DI MONITORAGGIO PER LE ACQUE SOTTERRANEE

#### 4.5. FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

Durante la fase di Ante Operam è necessario dapprima approfondire la conoscenza del modello idrogeologico in termini di individuazione e parametrizzazione dei principali acquiferi, definizione delle modalità di alimentazione-deflusso-recapito, identificazione dei rapporti tra acque superficiali ed acque sotterranee, oltre che la determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche sia in situ che in laboratorio.

Quindi durante l'AO saranno caratterizzate le postazioni con due misure nell'arco di un anno a valle del potenziale elemento di disturbo, nell'anno precedente all'inizio dei lavori. *In AO saranno rilevati sia i parametri ASOT\_S che ASOT\_L.*

In fase di Corso d'Opera, invece, la durata del monitoraggio varierà a seconda della tipologia di interferenza indagata. Pertanto, i punti di monitoraggio in prossimità delle aree di cantiere e del campo base, saranno monitorati per l'intera durata delle lavorazioni con cadenza stagionale (4 rilievi l'anno), dal momento che tali installazioni avranno vita pari a quella del corso d'opera.

I punti di monitoraggio in prossimità dei ponti, viadotti e gallerie, saranno monitorati, sempre con cadenza trimestrale, per la durata effettiva delle lavorazioni e fino al completo esaurimento dell'interferenza con il corpo idrico. In fase di CO saranno effettuate presso tutte le postazioni di monitoraggio e saranno indagati tutti i parametri di monitoraggio sopra elencati (ASOT\_S, ASOT\_L).

Il Monitoraggio Post Operam (PO) ha il duplice scopo di controllare e verificare che le variazioni registrate in fase di CO si siano ristabilite e che i livelli piezometrici di falda raggiungano i valori attesi presso le aree di cantiere dismesse (campi base e operativi) e che le variazioni sulla permeabilità del terreno introdotte dall'impermeabilizzazione dell'asse stradale e dalla realizzazione dei rilevati siano contenuti e che non producano danni alla circolazione idrica sotterranea.

In entrambi i casi la verifica di PO verrà effettuata per un periodo di almeno un anno dall'effettiva entrata in esercizio del collegamento stradale, con frequenza di due volte nell'anno per tutti i parametri individuati nel precedente paragrafo (ASOT\_S, ASOT\_L).

Infine è previsto l'eventuale smaltimento delle soluzioni acquose di scarto, contenenti sostanze pericolose.

Nella tabella che segue sono riportate frequenza e durata delle campagne di monitoraggio previste.

Codice Punto	Metodica	AO			CO			PO		
		Durata AO (anni)	Rilievi/Anno AO	TOT AO	Durata CO (anni)	Rilievi/Anno CO	TOT CO	Durata PO (anni)	Rilievi/Anno PO	TOT PO
ASOT_PZ1	ASOT_S-L	1	2	2	0.5	4	2	1	2	2
ASOT_PZ2	ASOT_S-L	-	-	-	0.5	4	2	1	2	2
ASOT_PZ3	ASOT_S-L	1	2	2	1.5	4	6	1	2	2
ASOT_PZ4	ASOT_S-L	1	2	2	1	4	4	1	2	2
ASOT_PZ5	ASOT_S-L	-	-	-	1	4	4	1	2	2
ASOT_PZ6	ASOT_S-L	1	2	2	1	4	4	1	2	2
ASOT_PZ7	ASOT_S-L	-	-	-	1	4	4	1	2	2

**TABELLA 4-3 FREQUENZE E DURATE DI MONITORAGGIO**

## 5. ATMOSFERA

---

Nella presente sezione è affrontata una analisi degli effetti dell'intervento sulla componente atmosfera, secondo quanto emerso dallo SIA, e successivamente vengono indicate localizzazione e articolazione dei monitoraggi previsti al fine di controllare l'affidabilità dei modelli previsionali e il rispetto dei limiti di concentrazione imposti dalla normativa.

### 5.1. OBIETTIVI E FINALITÀ

---

Gli impatti a carico della componente atmosfera determinati dalle lavorazioni previste per la realizzazione di un'infrastruttura stradale, possono essere principalmente riconducibili a:

- l'esercizio e la gestione di impianti e macchine in cantiere (cantieri fissi);
- la diffusione e il sollevamento di polveri legate alle fasi di scavo, alla movimentazione degli inerti, alle demolizioni o al transito di mezzi d'opera su piste di cantiere (zone operative in corrispondenza del fronte di avanzamento dei lavori);
- l'emissione di inquinanti da traffico da parte dei mezzi d'opera o eventuali modificazioni in senso peggiorativo del regime di traffico veicolare civile, indotte sia dalla cantierizzazione (viabilità locale interferita) sia dall'esercizio dell'infrastruttura.

Il monitoraggio della componente atmosfera si è posto, quindi, l'obiettivo principale di valutare non solo i livelli di concentrazione degli inquinanti previsti nella normativa nazionale (D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.), come polveri fini e inquinanti gassosi da traffico (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, e Benzene), ma anche di analizzare e approfondire le analisi sui dati e sui parametri di monitoraggio in modo da correlare le concentrazioni rilevate con il contributo effettivo imputabile alle lavorazioni ed alla presenza dei cantieri, al fine di individuare l'esistenza di eventuali stati di attenzione ed indirizzare gli interventi di mitigazione. Dal confronto tra i valori rilevati dei parametri di qualità dell'aria, i valori limite definiti nelle norme di riferimento, le lavorazioni effettuate durante il monitoraggio ed i livelli pregressi di concentrazione degli inquinanti, sarà possibile valutare:

- l'incremento del livello di concentrazioni di polveri indotto in fase di realizzazione dell'opera;
- l'incremento dei restanti inquinanti in funzione sia delle lavorazioni effettuate nei cantieri che delle eventuali modificazioni al regime del traffico indotto dalla cantierizzazione e, in particolar modo, l'incremento delle concentrazioni degli inquinanti emessi dall'infrastruttura durante l'esercizio (post operam).

In tal modo, il monitoraggio permetterà, in fase di esecuzione dell'opera, di intervenire in caso di rilievo di criticità sulle modalità operative di conduzione delle lavorazioni e sulla predisposizione di misure correttive e/o preventive in accordo con la gestione ambientale dei cantieri, ed in fase di esercizio di verificare le previsioni effettuate dagli studi diffusionali nelle varie fasi di progettazione dell'infrastruttura.

FASE DI CANTIERE	EMISSIONI IN ATMOSFERA DI POLVERI	CANTIERI OPERATIVI E AREE DI STOCCAGGIO
	EMISSIONI IN ATMOSFERA DI GAS DI SCARICO	CANTIERI OPERATIVI E AREE DI STOCCAGGIO
	EMISSIONI IN ATMOSFERA DI GAS DI SCARICO	VIABILITÀ DI CANTIERE
	MOVIMENTAZIONE DI TERRE	IL CORPO STRADALE: TRINCEE E RILEVATI
	EMISSIONI IN ATMOSFERA PER SCAVO	REALIZZAZIONE DI GALLERIE
	SCAVO PER MESSA IN OPERA MURI DI SOSTEGNO	REALIZZAZIONE DI OPERE D'ARTE MINORI
	SPANDIMENTO DI CALCE IN POLVERE PER LA STABILIZZAZIONE	TRATTAMENTO A CALCE
FASE DI ESERCIZIO	TRANSITO VEICOLI	TRANSITO VEICOLI

TABELLA 5-1 IDENTIFICAZIONE FASI E AZIONI DI IMPATTO – ATMOSFERA

## 5.2. TIPOLOGIE DI MISURAZIONI

In base a quanto emerso dall'analisi effettuata nella precedente sessione, i possibili impatti generati dalla realizzazione e dall'esercizio di un'infrastruttura possono essere raggruppati per definire delle tipologie standard di misurazioni che il progettista deve utilizzare e selezionare tenendo conto della specificità del singolo progetto.

Di seguito si definiscono i tipi di misure, per le quali nel prossimo paragrafo sono individuati i parametri e gli indicatori da monitorare in base alla tipologia di impatto prevista. Saranno, poi, definiti dei parametri integrativi che il progettista potrà/dovrà selezionare e dei criteri generali di localizzazione dei punti di monitoraggio.

- Misure per il monitoraggio delle attività di cantiere **ATM\_C**: misure per il monitoraggio delle attività di cantiere e degli impatti ivi generati, effettuate in prossimità di edifici isolati/piccoli agglomerati o singoli ricettori, ubicati in prossimità delle aree di lavoro ossia dei cantieri operativi e delle aree di stoccaggio; in tali aree è possibile attendersi interferenze in fase di costruzione dell'opera connesse sia alle emissioni in atmosfera di polveri, sia ai gas di scarico delle macchine utilizzate per le lavorazioni che transitano nelle piste interne di cantiere.
- Misure per il monitoraggio delle polveri **ATM\_P**: misure per il monitoraggio di singole lavorazioni, per le quali è prevista una ingente movimentazioni di terre e, quindi, emissioni in atmosfera di particolato; le misure sono effettuate in prossimità di edifici isolati/piccoli agglomerati o singoli ricettori, ubicati in prossimità del fronte avanzamento lavori per la durata delle lavorazioni impattanti.
- Misure per il monitoraggio del traffico di cantiere **ATM\_TC**: misure per il monitoraggio degli inquinanti connessi al traffico veicolare, effettuate in prossimità di centri abitati/agglomerati urbani o singoli ricettori, lungo la viabilità esterna alle aree di cantiere, percorsa dai mezzi pesanti per l'approvvigionamento o l'allontanamento dei materiali dalle aree di lavoro.
- Misure per il monitoraggio del traffico sull'infrastruttura in esercizio **ATM\_T**: misure per il monitoraggio degli inquinanti connessi al traffico veicolare, effettuate in prossimità di centri abitati/agglomerati urbani o singoli ricettori, in aree lungo il tracciato dell'infrastruttura in cui è possibile attendersi interferenze in fase di esercizio dell'opera.

### 5.3. PARAMETRI DI MONITORAGGIO

Come anticipato, in base alle tipologie di misure definite ed ai relativi impatti prevedibili, alla normativa vigente ed ai limiti ivi fissati, i parametri oggetto di monitoraggio sono i seguenti.

<p><b>Monossido di Carbonio (CO)</b></p>	<p><i>Inquinante molto diffuso in atmosfera, proveniente dalla combustione di materiali organici in condizione di insufficienza di ossigeno. La sorgente principale di tale inquinante è rappresentata dal traffico veicolare. Ed è funzione delle condizioni di funzionamento del motore. In particolare le concentrazioni maggiori si registrano in condizioni di traffico urbano intenso e rallentato, con motore dei veicoli al minimo e in fase di decelerazione.</i></p>
<p><b>Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)</b></p>	<p><i>Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili fossili (gasolio, olio combustibile, carbone) e dai processi metallurgici. Una percentuale proviene anche dal traffico veicolare (motori diesel). La concentrazione maggiore di SO<sub>2</sub> si riscontra nella stagione invernale, quando sono in funzione impianti di riscaldamento domestici, alimentati con combustibili solidi o liquidi.</i></p>
<p><b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b></p>	<p><i>L'ozono è presente sia nella stratosfera e la sua presenza protegge la superficie terrestre dalle dannose radiazioni ultraviolette emesse dal sole, sia nella troposfera, dove invece è un componente dello "smog fotochimico", particolarmente rilevante nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura. L'ozono è un inquinante di natura secondaria, ovvero non è direttamente generato da attività antropiche e si forma in atmosfera a seguito di un ciclo di complesse reazioni fotochimiche che coinvolgono in particolare gli ossidi di azoto e alcuni tra i composti organici volatili (COV) che per tale motivo sono denominati precursori.</i></p>
<p><b>Ossidi di Azoto</b></p>	<p><i>Gli ossidi di azoto provengono dai processi di combustione, qualunque sia il combustibile utilizzato. Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è uno degli inquinanti atmosferici più pericolosi, in quanto, oltre alla sua natura irritante, in condizioni di forte irraggiamento solare provoca reazioni fotochimiche secondarie che creano altre sostanze inquinanti (smog fotochimico). Il gas di scarico degli autoveicoli è una delle fonti principali dell'inquinamento da ossidi di azoto; la concentrazione dell'emissione di tale inquinante dipende sia dalle caratteristiche del motore sia dal tipo di traffico in quanto la produzione di NO<sub>x</sub> aumenta all'aumentare del numero di giri del motore, pertanto è maggiore nelle arterie urbane a scorrimento veloce, autostrade, ecc.. Inoltre, nella stagione invernale le concentrazioni aumentano ulteriormente perché aumentano le sorgenti di emissioni, come gli impianti di riscaldamento e perché diminuisce la capacità dell'atmosfera di disperdere gli inquinanti (ristagno atmosferico e conseguente accumulo di sostanza</i></p>

	<i>inquinante).</i>
<b>Benzene, Toluene e Xilene (BTX)</b>	<i>I BTX derivano principalmente dal traffico veicolare, e sono idrocarburi aromatici di elevata tossicità, peraltro impiegati già in passato diffusamente in diversi comparti produttivi. Dalle ultime stime consolidate delle emissioni di Benzene emerge che il maggiore contributo emissivo in aria è dato proprio dal settore dei trasporti su strada e che tale contributo deriva prevalentemente dalle emissioni dei veicoli a benzina, ed in misura minore anche dalla combustione del legno e della materia organica.</i>
<b>Particolato Sospeso (PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>)</b>	<i>Il particolato sospeso è costituito dal materiale non gassoso presente in sospensione nell'aria. La natura delle particelle è molto varia e può essere sia di origine naturale, come materiale organico proveniente da vegetali, materiale inorganico prodotto da agenti naturali, dall'erosione del suolo o di manufatti, sia di origine antropica, come lavorazioni industriali), impianti di riscaldamento, usura dell'asfalto, dei freni e degli pneumatici, e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Il PM<sub>10</sub> inoltre costituisce il principale veicolo di diffusione di composti tossici e può essere trasportato anche a rilevanti distanze. In aggiunta il PM<sub>10</sub> ha una componente secondaria, che si forma direttamente in atmosfera a partire da altri inquinanti gassosi già presenti, come ad esempio gli ossidi di azoto e il biossido di zolfo, che può arrivare a costituire anche il 60-80% del PM<sub>10</sub> totale misurato.</i>
<b>Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)</b>	<i>Sono presenti in atmosfera in seguito a combustione incompleta dei combustibili e sono veicolati in atmosfera da particelle carboniose emesse dalle stesse fonti. L'emissione di IPA nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di impianto, del tipo di combustibile e della qualità della combustione. La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante sia alla frazione che ha origine per piro-sintesi durante il processo di combustione. Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici presentano attività cancerogena. L'andamento delle concentrazioni in aria ambiente rileva una forte dipendenza stagionale a causa del contributo ascrivibile all'uso degli impianti di riscaldamento.</i>
<b>Metalli (As, Cd, Pb, Ni, Zn)</b>	<i>I metalli pesanti rientrano nella categoria dei contaminanti in traccia, così definiti poiché si trovano generalmente in bassissime concentrazioni nell'ambiente. Alcuni sono micronutrienti e risultano tossici solo oltre determinate concentrazioni; altri, come Pb, Cd e Ni, non solo non svolgono alcun ruolo specifico nei processi vitali, ma possono causare danni gravi se presenti ad alte concentrazioni nelle matrici naturali. I metalli pesanti vengono rilasciati sia da sorgenti naturali, quali i suoli e le eruzioni vulcaniche, che antropogeniche, tra le quali lavorazioni industriali, processi di combustione di petrolio e carbone e le emissioni veicolari. I metalli in atmosfera tendono ad inglobarsi nel particolato atmosferico e vengono trasportati al suolo</i>

	<i>attraverso deposizioni secche, deposizioni umide, le acque meteoriche ed il particolato atmosferico.</i>
<b>Parametri Meteo</b>	<i>Le precipitazioni atmosferiche e la velocità e la direzione del vento, la temperatura e la radiazione solare, l'umidità sono parametri che influenzano la dispersione degli inquinanti, soprattutto nei casi di contemporaneità degli eventi e/o di valori in assoluto rilevanti.</i>
<b>Elementi Terrigeni (Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Ti, P)</b>	<i>Il materiale crostale è uno dei principali componenti che caratterizza il PM<sub>10</sub> aerodisperso. È la componente minerale prodotta dall'erosione terrestre; viene ottenuta come somma delle concentrazioni degli elementi tipici della crosta terrestre considerati come ossidi.</i>
<b>Numero veicoli</b>	<i>È necessario predisporre un contatrafico quando bisogna direttamente correlare le misure del monitoraggio con il traffico veicolare. Tale misura permette un confronto diretto tra il numero di veicoli in transito e l'andamento delle concentrazioni di inquinanti monitorate.</i>

**TABELLA 5-2 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MONITORAGGIO – ATMOSFERA**

### **5.3.1. Misure per il monitoraggio delle attività di cantiere ATM C**

Come anticipato le tipologie di misure in oggetto devono caratterizzare e monitorare gli effetti generati dalle attività di cantiere. Sono punti di monitoraggio posizionati nei pressi dei cantieri operativi e delle aree di stoccaggio, dove è presumibile aspettarsi un aumento degli inquinanti in atmosfera non soltanto legato alla movimentazione di terre e altro materiale da costruzione polverulento, a cui è associato un aumento di particolato in atmosfera, ma anche un intenso traffico sulla viabilità interna di cantiere sia dei camion e mezzi pesanti per la movimentazione dei materiali da costruzione sia di macchinari per le lavorazioni specifiche che comportano emissioni in atmosfera di gas di scarico non trascurabili.

Pertanto, gli inquinanti da monitorare sono almeno:

- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- Ossidi di Azoto (NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>)
- Benzene, Toluene e Xilene (BTX)
- Particolato Sospeso (PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>)
- Parametri Meteo
- Numero veicoli

Oltre a tali parametri, il progettista deve prevedere su almeno un punto di misura il monitoraggio delle concentrazioni su particolato di IPA e metalli (i punti non devono necessariamente essere coincidenti) per la verifica dei limiti stabiliti dalla normativa vigente.

Orientativamente è corretto prevedere tali parametri aggiuntivi presso ricettori non isolati, quindi centri urbani e agglomerati, dove le concentrazioni di tali inquinanti possono essere già rilevanti prima dell'inserimento dell'azione impattante considerata. In tal modo sarà possibile verificare che l'immissione della nuova sorgente non produca il superamento dei limiti imposti dallo strumento legislativo.

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
- Metalli (As, Cd, Pb, Ni, Zn)

### **5.3.2. Misure per il monitoraggio delle polveri ATM P**

Tali tipologie di misure sono previste in prossimità di ricettori posti sul fronte avanzamento lavori dove non è presente un cantiere operativo di supporto, ma sono comunque effettuate delle lavorazioni che comportano la produzione o la movimentazione di ingente materiale polverulento. Nonostante la normativa vigente non preveda più un limite per il Particolato Totale Sospeso (PTS), esso comunque rimane uno strumento particolarmente utile sia per la quantificazione del materiale grossolano polverulento in sospensione, che risulta dannoso oltre che per la salute umana anche per la vegetazione e gli ecosistemi, ma anche per la verifica che un eventuale incremento di polveri sottili (PM<sub>10</sub>) sia direttamente imputabile alla lavorazione effettuata piuttosto che ad altre possibili fonti o sorgenti (traffico veicolare, riscaldamento, fonti industriali, etc).

Quindi, le PTS sono valutate non solo come parametro che ben descrive il potenziale impatto in fase di cantiere ma anche quel parametro cui la popolazione è più sensibile, in particolare per chi occupa gli edifici ubicati in prossimità delle aree di lavoro.

Pertanto, gli inquinanti da monitorare sono almeno:

- Particolato Sospeso (PTS e PM<sub>10</sub>)
- Parametri meteo

Oltre a tali parametri, il progettista può ritenere necessario integrare la determinazione del particolato in sospensione con analisi aggiuntive sulle polveri che ne aiutino a determinare l'origine. In particolare, ciò può risultare necessario nel caso in cui si registrino spesso superamenti per gli inquinanti in oggetto, per esempio in aree fortemente urbanizzate in cui il particolato può essere connesso al traffico veicolare ed altre fonti industriali, o nel caso di ubicazione del tracciato in zone in cui sono frequenti incrementi di particolato indipendenti dalle lavorazioni e legate a cause naturali, come le sabbie sahariane o lo spray marino.

In tal caso, alla determinazione della concentrazione totale di PTS e PM<sub>10</sub>, si possono affiancare indagini finalizzate ad ottenere informazioni sulla concentrazione degli elementi terrigeni. Dopo il campionamento e le

misure per la determinazione della concentrazione di massa, si procede all'analisi per la definizione principali elementi di interesse quali: Silicio, Alluminio, Ferro, Calcio, Magnesio, Potassio, Titanio, Fosforo; tali elementi sotto forma di ossidi, consentono di quantificare la frazione di polvere di provenienza terrigena e quindi la sua percentuale nella massa di particolato.

### **5.3.3. Misure per il monitoraggio del traffico di cantiere ATM TC**

Tali tipologie di misure sono previste in prossimità di ricettori posti sulla viabilità esterna alle aree delimitate di cantiere ma percorsa dai mezzi pesanti per l'allontanamento e/o approvvigionamento delle materie prime e degli scarti di lavorazione. Tali viabilità, anche se già interessate dal transito dei veicoli subiranno una modifica al normale deflusso della circolazione sia per il sovraccarico dovuto al nuovo numero di mezzi transitanti, sia per il diverso regime di traffico che essi vanno a determinare (traffico più lento, code, diminuzione delle velocità di transito, etc.)

Pertanto, gli inquinanti da monitorare sono almeno:

- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- Ossidi di Azoto (NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>)
- Benzene, Toluene e Xilene (BTX)
- Particolato Sospeso (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>)
- Parametri Meteo
- Numero veicoli

Oltre a tali parametri, il progettista può prevedere a sua discrezione l'integrazione del monitoraggio con la determinazione delle concentrazioni su particolato di IPA e metalli (i punti non devono necessariamente essere coincidenti) per la verifica dei limiti stabiliti dalla normativa vigente.

Orientativamente è corretto prevedere tali parametri aggiuntivi presso ricettori non isolati, quindi centri urbani e agglomerati, dove le concentrazioni di tali inquinanti possono essere già rilevanti prima dell'inserimento dell'azione impattante considerata. In tal modo sarà possibile verificare che l'immissione della nuova sorgente non produca il superamento dei limiti imposti dallo strumento legislativo. Tali parametri aggiuntivi sono:

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
- Metalli (As, Cd, Pb, Ni, Zn)

#### **5.3.4. Misure per il monitoraggio del traffico di cantiere ATM T**

Tali tipologie di misure sono previste in prossimità di ricettori posti lungo il tracciato di progetto, dopo la chiusura dei cantieri, in fase di esercizio dell'infrastruttura. Il monitoraggio è, quindi, finalizzato alla verifica delle previsioni effettuate negli studi di diffusione. Tale verifica riguarda sia l'effettivo carico veicolare dell'infrastruttura e, dunque, il

numero di veicoli effettivamente transitanti, sia le previsioni di carichi inquinanti in atmosfera. Pertanto, gli inquinanti da monitorare sono almeno:

- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Ozono (O<sub>3</sub>)
- Ossidi di Azoto (NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>)
- Benzene, Toluene e Xilene (BTX)
- Particolato Sospeso (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>)
- Parametri Meteo
- Numero veicoli

Oltre a tali parametri, il progettista può prevedere a sua discrezione l'integrazione del monitoraggio con la determinazione delle concentrazioni su particolato di IPA e metalli (i punti non devono necessariamente essere coincidenti) per la verifica dei limiti stabiliti dalla normativa vigente.

Orientativamente è corretto prevedere tali parametri aggiuntivi presso ricettori non isolati, quindi centri urbani e agglomerati, dove le concentrazioni di tali inquinanti possono essere già rilevanti prima dell'inserimento dell'azione impattante considerata. In tal modo sarà possibile verificare che l'immissione della nuova sorgente non produca il superamento dei limiti imposti dallo strumento legislativo. Tali parametri aggiuntivi sono:

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
- Metalli (As, Cd, Pb, Ni, Zn)

Si sottolinea che, sempre più spesso è richiesto dagli Enti di controllo che una centralina strumentata di monitoraggio sia prevista in continuo sia nella fase di CO che in quella di PO.

Tale strumentazione, di solito, rimane ad integrare la rete di monitoraggio regionale. Quindi, in fase di progettazione dell'infrastruttura, il progettista potrebbe, in situazioni ambientali particolarmente critiche per la matrice esaminata, prevederla direttamente ad integrazione del Piano di Monitoraggio o potrebbe essergli richiesta dagli enti di controllo.

## 5.4. UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

In base a quanto emerso dai paragrafi precedenti appaiono piuttosto ovvi i criteri di localizzazione su macroscala dei punti di monitoraggio della qualità dell'aria. Si tenga conto che parallelamente a tali criteri vanno considerate le indicazioni per il corretto posizionamento della strumentazione e per il campionamento, riportate sulla normativa a riguardo e sulle norme tecniche relative e vigenti al momento della redazione del Progetto. Tali criteri riguardano il posizionamento su microscala della strumentazione, ossia le corrette altezze per il posizionamento delle teste di rilevamento dei vari inquinanti, la distanza dagli ostacoli sia artificiali che naturali, l'orientamento relativo rispetto alla sorgente da monitorare, etc.

È inoltre opportuno tenere in considerazione, sia per il disturbo alla popolazione, sia per questioni tecniche di allacciamento alla rete elettrica, che i punti di monitoraggio vanno collocati necessariamente in prossimità di ricettori esistenti e che, da un primo censimento o sopralluogo in fase di progettazione, risultino abitati e facilmente raggiungibili con la strumentazione per il monitoraggio.

<b>ATM_C</b>	<i>In corrispondenza di tutti i cantieri operativi e aree di stoccaggio se presenti ricettori in prossimità di tali aree</i>
<b>ATM_P</b>	<i>Sul fronte avanzamento lavori dove previste operazioni ingenti di scavo come viadotti, realizzazione di trincee e rilevati, muri di sostegno, trattamento a calce; il punto di monitoraggio va collocato presso i ricettori più prossimi al tracciato di progetto</i>
<b>ATM_TC</b>	<i>Sulla viabilità esterna alle aree di cantiere, sui percorsi per/da le cave di approvvigionamento o le discariche di allontanamento finale dei materiali; presso ricettori in prossimità del tracciato di tali viabilità e, se presenti, in corrispondenza di ricettori in centri urbani o agglomerati lungo il percorso</i>
<b>ATM_T</b>	<i>Lungo il tracciato di progetto, presso i ricettori più vicini allo stesso indicati come critici dagli studi diffusionali allegati allo SIA. Un punto per ciascun tratto omogeneo (prima di svincoli o ingressi e incroci con altre viabilità che ne modificano in modo rilevante il numero di veicoli transitanti), in corrispondenza di aree urbane o piccoli agglomerati se presenti.</i>

**TABELLA 5-3 CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO – ATMOSFERA**

La localizzazione dei punti d'indagine è stata effettuata in conformità ai criteri descritti precedentemente. Vista la scarsa urbanizzazione del territorio interessato dalle lavorazioni, i ricettori presumibilmente interessati e, quindi, le problematiche relative connesse alle lavorazioni sono, allo stato dell'arte, riconducibili ad un numero minimo.

CODICE PUNTO MONITORAGGIO	LOCALIZZAZIONE
ATMO_01	Ricettore R12
ATMO_02	Ricettore R24

TABELLA 5-4 LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

## 5.5. FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

Le fasi oggetto di monitoraggio, come previsto dalle Linee guida per il PMA, devono essere:

- Ante Operam, in modo da fornire il quadro sulla qualità dell'aria e sul meteoclima nell'area geografica che risulti di impatto rilevante per la protezione della salute e degli ecosistemi.
- Corso d'Opera, con lo scopo di consentire il controllo dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria e degli indicatori meteoclimatici influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali.
- Post Operam, con riferimento agli standard di qualità e ai valori limite previsti dalla normativa in vigore, per assicurare il controllo dei livelli di concentrazione nelle aree e nei punti ricettori soggetti a maggiore impatto, individuati dal modello di dispersione. Il piano di monitoraggio deve assicurare il controllo degli indicatori per i tempi di media previsti dalla normativa per i diversi inquinanti. Deve, inoltre essere approfondito il controllo dei suddetti indicatori nelle aree e sui punti ricettori per i quali, in base agli studi, sono previsti valori critici.

Per quanto riguarda la durata di ciascuna delle campagne di monitoraggio delle diverse tipologie previste, si ritiene significativo tenere in considerazione quanto specificatamente richiesto dalla normativa attualmente di riferimento per la qualità dell'aria (D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.) in merito ai cosiddetti "punti di monitoraggio mobili", per i quali vengono espressamente fissate:

- incertezza: 25%;
- raccolta minima dei dati: 90%;
- periodo minimo di copertura: 14% (8 settimane di misurazioni distribuite in modo regolare nell'arco dell'anno).

Ne consegue che per avere un corretto monitoraggio della componente atmosfera, i dati giornalieri devono necessariamente essere validi al 90% e quindi ricoprire 21,6 ore sulle 24. Il periodo minimo di copertura, pari al 14% dei 365 giorni annui, corrisponde a 52 giorni. Si ritiene, quindi, corretto che l'intero monitoraggio venga effettuato sempre presso la medesima postazione (da definirsi) che, in tal modo, con le 8 settimane di rilevamento e con la raccolta minima dei dati al 90%, potrà essere monitorata per un totale di 56 giorni netti (pari al 15,34%, ossia superiore al minimo 14% richiesto dalla normativa).

In definitiva la periodicità dei rilievi, che deve comunque essere finalizzata a caratterizzare le condizioni meteorologiche più significative, dovrà essere pianificata prioritariamente a cadenza trimestrale in modo da coprire la stagionalità tipica della componente ambientale. Laddove per esigenze di carattere temporale e/o contingente ciò non dovesse risultare applicabile per tutte le fasi di Monitoraggio, il tecnico potrà valutare l'opportunità di prevedere, limitatamente alle sole fasi di Ante Operam e Post Operam, una diversa periodicità degli accertamenti, prevedendo, ad esempio, la programmazione del monitoraggio in almeno due periodi meteorologicamente rappresentativi, quali il periodo invernale, caratterizzato da frequenti condizioni atmosferiche di accumulo, emissioni antropogeniche a regime, inquinanti primari o secondari non generati da reazioni indotte dalla radiazione solare e dalle temperature elevate, ed il periodo estivo, utile per la caratterizzazione degli inquinanti fotochimici, condizioni di massimo rimescolamento atmosferico o sorgenti specifiche quali le attività agricole.

Nel caso auspicabile di applicazione della periodicità trimestrale, le campagne di misura dovranno avere durata unitaria di 15 giorni, in modo da assicurare la copertura minima richiesta dal suddetto Decreto; nel caso di previsione di sole due campagne in stagioni meteorologiche rappresentative e differenti, la durata minima unitaria della misura sarà di 30 giorni.

Si ricorda, infatti, che sebbene l'obiettivo del PMA non possa coincidere con quello di rilevamento della qualità dell'aria di cui al D. Lgs 155/2010 e s.m.i., l'analisi dell'andamento temporale dell'impatto atmosferico durante il CO (propria del PMA) deve tuttavia essere caratterizzata da una raccolta minima di dati, da una significatività e rappresentatività statistica che trovano proprio nel Decreto il principale riferimento sia tecnico che normativo.

Tali considerazioni non appaiono significative, esclusivamente per le misure di tipo ATM\_P, per le quali il monitoraggio è finalizzato ed attivato esclusivamente durante l'effettuazione di lavorazioni impattanti. In tal caso non si ha un monitoraggio che si prolunga per l'intera durata del CO, che spesso è pluriennale, ed il punto di monitoraggio è possibile che non sia il medesimo per l'intera durata della lavorazione ma che sia ricollocato a seconda dell'avanzamento dei lavori. In tal caso appare difficilmente applicabile un confronto diretto con le finalità e le indicazioni del Decreto, ed il progettista dovrà stabilire delle periodicità maggiori o minori di quelle previste per le altre tipologie di monitoraggio, in considerazione della tipologie e della durata della singola lavorazione. Non si ritengono, comunque significative, campagne di monitoraggio con durata inferiore alla settimana.

Nella tabella seguente sono indicate il numero e la durata delle campagne di monitoraggio da effettuare per ogni fase.

CODICE PUNTO	METODICA	AO			CO			PO		
		DURATA AO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO AO	TOT AO	DURATA CO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO CO	TOT CO	DURATA PO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO PO	TOT PO
ATMO_01	P				1.5	2	3			
ATMO_02	T	1	2	2				1	2	2
	P				1	2	2			

**TABELLA 5-5 NUMERO DI RILIEVI NELLE DIVERSE FASI - ATMOSFERA**

## 6. RUMORE

Nella presente sezione è affrontata una analisi degli effetti dell'intervento sulla componente rumore, secondo quanto emerso dallo SIA, e successivamente vengono indicate localizzazione e articolazione dei monitoraggi previsti al fine di controllare l'affidabilità dei modelli previsionali e il rispetto dei limiti di immissione imposti dalla normativa.

### 6.1. OBIETTIVI E FINALITÀ

Nelle attività di costruzione e di esercizio di un'infrastruttura viaria, si verificano emissioni di rumore generate da sorgenti diverse, con diverse intensità, durata variabile e possibile periodicità. È pertanto, necessario che tali emissioni siano caratterizzate e monitorate con specifiche e differenti metodologie che tengano conto di tali differenze e siano efficaci per la descrizione dell'evento che le ha generate.

In particolare, l'attività di monitoraggio si deve porre come obiettivo, in primis, di definire lo stato acustico del territorio prima della costruzione della strada e dell'apertura dei cantieri, acquisendo dati di riferimento per le fasi successive, durante le quali si deve, invece, caratterizzare sia la rumorosità associata ai cantieri ed alle attività ad essi connesse, compreso il traffico indotto, sia l'ambiente acustico con l'esercizio della nuova viabilità, con riferimento anche all'efficacia delle opere di mitigazione previste in fase di progettazione. In tal modo, il controllo del rumore nella fase di ante operam si configurerà come strumento di conoscenza dello stato attuale dell'ambiente finalizzato alla verifica dei livelli di qualità presenti, al rispetto dei limiti normativi e al controllo delle situazioni di degrado, per assumere, poi, in corso d'opera e in esercizio il ruolo di strumento di controllo della dinamica degli indicatori di riferimento.

Pertanto, gli obiettivi e le finalità delle attività di monitoraggio sono principalmente quelli di tenere sotto controllo la situazione acustica sui ricettori interessati dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera, allo scopo di accertare l'efficacia delle misure di mitigazione o di definirle ed attivarle, se necessario, in modo opportuno. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle azioni e delle fasi di lavoro che nella precedente sezione sono state riconosciute come possibili fonti di interferenza in relazione alla matrice in esame. Come anticipato e come evidente di seguito, si riconoscono due tipologie principali di impatti da monitorare:

- Incrementi di emissioni dovute a lavorazioni;
- Incrementi di emissioni dovute al traffico veicolare;

<b>FASE DI CANTIERE</b>	STRUMENTI, MACCHINARI E MEZZI PESANTI	CANTIERI OPERATIVI
	TRANSITO VEICOLI	VIABILITÀ DI CANTIERE
	STRUMENTI, MACCHINARI E MEZZI PESANTI	CORPO STRADALE
	INFISSIONE O TRIVELLAZIONE PALI	PONTI E VIADOTTI
	MACCHINARI PER REALIZZAZIONE PALI	PONTI E VIADOTTI
	MACCHINARI PER SCAVO	OPERE D'ARTE MINORI
	MACCHINARI PER INFISSIONE PALANCOLE	OPERE D'ARTE MINORI
<b>FASE DI ESERCIZIO</b>	TRANSITO VEICOLI	TRANSITO VEICOLI

**TABELLA 6-1 IDENTIFICAZIONE FASI E AZIONI DI IMPATTO – RUMORE**

## 6.2. TIPOLOGIE DI MISURAZIONI

---

Come anticipato, le tipologie di rilievo devono essere organizzate ed articolate secondo le diverse finalità della misura di rumore da effettuare, della fase di monitoraggio, della distanza del ricettore dall'asse stradale, dalla sorgente che genera il disturbo, adattando durata e ubicazione a tali variabili.

Una prima differenziazione è suggerita direttamente dallo strumento legislativo, rappresentato dal D.P.R. 142/2004 "*Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'art 11 della Legge 26 ottobre 1995, n.447*", che individua delle fasce territoriali di pertinenza, "fasce di rispetto", a cavallo dell'asse stradale, all'interno delle quali il rumore prodotto dall'infrastruttura è normato esclusivamente dal Decreto stesso e non è soggetto al rispetto ai limiti imposti dalla classificazione comunale (Piano Comunale di Classificazione Acustica, PCCA) di riferimento e del criterio differenziale.

Inoltre, il Decreto stabilisce che per i ricettori all'interno delle fasce di rispetto, di ampiezza doppia per i ricettori sensibili, devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e/o direttamente sul ricettore, nel caso non siano rispettati i limiti imposti dalla suddetta normativa.

Fuori da tali fasce, il rumore stradale contribuisce al pari delle altre sorgenti alla determinazione dell'inquinamento acustico e il riferimento normativo è rappresentato dal D.P.C.M. del 14/11/97 "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*". Il DPCM 14/11/97 definisce per ogni classe di destinazione d'uso del territorio i valori limite di emissione della sorgente sonora, i valori limite di immissione, ossia il valore massimo assoluto di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente esterno, oltre ai valori limite differenziali di immissione, definiti come differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo all'interno degli ambienti abitativi.

Pertanto, da tale distinzione si deduce che la definizione corretta del monitoraggio dovrà prevedere misure per la verifica dei limiti di classificazione acustica e del criterio differenziale durante la fase di cantiere durante le lavorazioni maggiormente impattanti, e misure per la verifica dei limiti delle fasce di pertinenza per il traffico, sia indotto in fase di cantiere, sia proprio dell'infrastruttura in fase di esercizio. Di seguito sono riportate le tipologie di misura previste.

### 6.2.1. Misure acustiche del rumore di cantiere RUM C

Misure giornaliere e di breve durata necessarie per la verifica dei limiti del piano di classificazione acustica e del criterio differenziale, presso i ricettori limitrofi alle aree di cantiere operativo da svolgere in periodo notturno e diurno durante la vita dei cantieri operativi e durante le attività che giornalmente ivi si svolgono.

### 6.2.2. Misure acustiche del rumore generato dal fronte avanzamento lavori RUM FL

Misure in continuo necessarie per la verifica dei limiti del piano di classificazione acustica e del criterio differenziale, presso i ricettori limitrofi al fronte avanzamento lavori, in corrispondenza e per la durata delle lavorazioni più impattanti per l'utilizzo di particolari macchinari, per la necessità di uso contemporaneo di più strumentazioni o per particolare vicinanza del ricettore alla sorgente.

### 6.2.3. Misure acustiche del traffico sulla viabilità di cantiere RUM TC

Misure settimanali necessarie per la verifica del rispetto dei limiti acustici presso ricettori ricadenti all'interno delle fasce di pertinenza delle strade in cui il transito dei mezzi pesanti verso e da le aree di cava, di deposito e di cantiere può provocare un incremento dei livelli acustici.

### 6.2.4. Misure acustiche del traffico sull'infrastruttura in esercizio RUM T

Misure settimanali necessarie per la verifica del rispetto dei limiti acustici presso ricettori ricadenti all'interno delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura di progetto, in particolare presso i ricettori per i quali è stato individuata la necessità di un intervento di mitigazione sulla sorgente (barriere fonoassorbenti e similari).

## 6.3. PARAMETRI DI MONITORAGGIO

Le misure e le relative tecniche di monitoraggio per le emissioni acustiche sono strettamente legate alla normativa di riferimento ed alle norme tecniche ivi previste. Pertanto, di seguito, sono riportati i set di parametri previsti in base alla finalità della misura e, quindi, alla norma di riferimento.

1	<b>Misura per la verifica del rispetto dei limiti del PCCA</b>	<p>La tecnica di monitoraggio consiste in misure per la determinazione del livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6+22h) e notturno (22+6h), per i quali il DPCM 14/11/97 stabilisce i limiti in base alla classe del PCCA a cui appartiene il ricettore. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Livello di pressione sonora ponderata A secondo la costante di tempo fast LAF, 1sec;</li> <li>- Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq, 1min;</li> <li>- Il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAlmax, LAFmax, LASmax);</li> <li>- I livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L95.</li> <li>- Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6+22h) e notturno (22+6h);</li> <li>- Analisi spettrale (banda 20Hz-20kHz).</li> </ul>
2	<b>Misura di breve durata per la verifica del criterio differenziale</b>	<p>La tecnica di monitoraggio consiste in misure di breve durata (indicativamente 30 minuti) da effettuare in ambiente abitativo sia a finestre aperte che chiuse, al fine di individuare la situazione più gravosa. Le misure vanno ripetute 2 volte per la determinazione del:</p>

		<p><i>Livello di rumore residuo (LR), ossia il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante.</i></p> <p><i>Livello di rumore ambientale (LA), ossia il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il Livello differenziale di rumore (LD) è ricavato come differenza tra livello di rumore ambientale (LA) e quello di rumore residuo (LR). I parametri acustici rilevati durante le 4 misure sono i seguenti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Livello di pressione sonora ponderata A secondo la costante di tempo fast LAF, 1sec;</i></li> <li>- <i>Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq, 1min;</i></li> <li>- <i>Il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAlmax, LAFmax, LASmax);</i></li> <li>- <i>I livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L95.</i></li> <li>- <i>Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6+22h) e notturno (22+6h);</i></li> <li>- <i>Analisi spettrale (banda 20Hz-20kHz).</i></li> </ul>
3	<p><b>Misura settimanale per la verifica dei limiti imposti pe le fasce di pertinenza dell'infrastruttura stradale</b></p>	<p><i>Questa metodica di monitoraggio ha come finalità la determinazione dei livelli di rumorosità prodotti dal traffico veicolare. La tecnica di monitoraggio consiste nella misura in continuo del rumore per 7 giorni consecutivi. Il rilievo è effettuato con costante di tempo fast, rete di ponderazione A e documentazione grafica del livello di pressione sonora ogni secondo. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Livello di pressione sonora ponderata A secondo la costante di tempo fast LAF, 1sec;</i></li> <li>- <i>il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A Laeq, 1h;</i></li> <li>- <i>i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L95;</i></li> <li>- <i>il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di riferimento diurno (6+22h) e notturno (22+6h) relativamente a ciascun giorno della settimana ed alla settimana stessa (calcolato in fase di analisi).</i></li> <li>- <i>i valori medi settimanali diurni e notturni</i></li> </ul>
4	<p><b>Misura di breve durata per la verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione diretta sul ricettore</b></p>	<p><i>La tecnica di monitoraggio consiste in misure di durata pari al periodo notturno per tutti i ricettori tranne che per le scuole (per le quali la misura ha durata pari al periodo diurno), da effettuare in ambiente abitativo a centro stanza a finestre chiuse, al fine di verificare i limiti imposti dal DPR 142/2004 per la verifica dell'efficacia degli interventi diretti sui ricettori. I parametri acustici rilevati sono i seguenti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Livello di pressione sonora ponderata A secondo la costante di tempo fast LAF, 1sec;</i></li> <li>- <i>Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq, 1min;</i></li> <li>- <i>I livelli statistici L1, L5, L10, L50, L90, L95.</i></li> <li>- <i>Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata A nei periodi di</i></li> </ul>

		<i>riferimento diurno (6+22h) o notturno (22+6h).</i>
<b>5</b>	<b>Parametri Meteo</b>	<i>La presenza/assenza di alcuni eventi meteorologici può inficiare la bontà della misura e, come definito dalla normativa tecnica di riferimento, invalidare i dati registrati.</i>
<b>6</b>	<b>Numero veicoli</b>	<i>Associare il numero di veicoli transitati durante il periodo in cui viene effettuata la misura, con distinzione tra mezzi pesanti e leggeri, è utile per l'interpretazione degli eventi registrati.</i>

**TABELLA 6-2 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MONITORAGGIO – RUMORE**

Per esplicitare quali parametri devono essere monitorati per ciascuna delle tipologie di misura previste nel precedente paragrafo, si riporta di seguito uno specchietto riassuntivo:

<b>RUM_C</b>	<b>1</b> <i>Misura per la verifica del rispetto dei limiti del PCCA (24 ore)</i>	<b>2</b> <i>Misura di breve durata per la verifica del criterio differenziale</i>	<b>5</b> <i>Parametri Meteo</i>
<b>RUM_FL</b>	<b>1</b> <i>Misura per la verifica del rispetto dei limiti del PCCA (continuo)</i>	<b>2</b> <i>Misura di breve durata per la verifica del criterio differenziale</i>	<b>5</b> <i>Parametri Meteo</i>
<b>RUM_TC</b>	<b>3</b> <i>Misura settimanale per la verifica dei limiti imposti per le fasce di pertinenza dell'infrastruttura stradale</i>		<b>5</b> <i>Parametri Meteo</i>
<b>RUM_T</b>	<b>3</b> <i>Misura settimanale per la verifica dei limiti imposti per le fasce di pertinenza infrastruttura stradale</i>	<b>6</b> <i>Numero veicoli</i>	<b>5</b> <i>Parametri Meteo</i>

**TABELLA 6-3 RIEPILOGO DELLE MISURE DA EFFETTUARE A SECONDA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO – RUMORE**

#### 6.4. UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

La scelta dei punti di monitoraggio si deve fondare sulle informazioni raccolte nel censimento di dettaglio dei ricettori di rumore e dal confronto con le informazioni contenute nel progetto riguardanti la cantierizzazione e l'esercizio dell'opera.

Per quanto riguarda la cantierizzazione, inoltre, si deve tener conto non solo dell'ubicazione dei cantieri fissi, ma anche e soprattutto dei fronti di avanzamento lavori, lungo cui si verificano le lavorazioni di maggior impatto acustico. Infine, l'intero monitoraggio deve essere valutato e programmato in base all'effettiva durata ed esecuzione delle lavorazioni, in accordo con il cronoprogramma di progetto.

I criteri generali per la scelta dei punti di monitoraggio sono i seguenti:

- *Classificazione e destinazione d'uso del ricettore:* devono essere privilegiati i ricettori in classe I, ossia quelli particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) secondo la normativa vigente. Tra i ricettori meno sensibili sono da privilegiare quelli a destinazione residenziale.

- *Clima acustico esistente*: il progettista deve porre attenzione nella scelta dei punti di misura, a due categorie di aree, in base anche a quanto derivato dagli studi acustici allegati al progetto dell'infrastruttura:
  - le zone in cui attualmente l'inquinamento acustico è basso o inesistente, e che quindi si presume avranno il maggior impatto differenziale dall'introduzione della strada;
  - le zone in cui attualmente l'inquinamento acustico è particolarmente alto, e che quindi dovranno essere monitorate per verificare se l'introduzione di nuove sorgenti di rumore sia sostenibile.
- *Impatto atteso*: sono stati privilegiati ricettori in prossimità dell'infrastruttura o dei cantieri, valutando anche, in base alle informazioni di progetto, l'intensità delle sorgenti sonore previste. In particolare, per quanto riguarda l'impatto dovuto alla fase di esercizio, i ricettori devono essere selezionati in modo da prevedere almeno un punto di misura per ogni tratto di strada in cui il traffico si può considerare omogeneo.
- *Propagazione del rumore*: devono essere scelti ricettori in diretta visibilità dell'infrastruttura e dei cantieri, non coperti da ostacoli artificiali o dovuti alla conformazione del terreno.
- *Verifica dell'efficacia degli interventi antirumore*: per i ricettori in situazioni particolarmente critiche, per cui si prevedono interventi di bonifica acustica, il monitoraggio PO deve prevedere misure finalizzate a valutare l'effetto di tali interventi.

Oltre a tali indicazioni generali, riferite essenzialmente allo scopo ed alla finalità del monitoraggio, vanno tenuti in considerazione tutti criteri di localizzazione e di corretta esecuzione delle misure citati nella normativa tecnica di riferimento, che prevede tipologie di misura e posizionamento della strumentazione diverse a seconda della tipologia e finalità del monitoraggio.

Per ogni punto riportato nel progetto di monitoraggio dovrà essere verificato, anche mediante specifici sopralluoghi almeno:

- l'assenza di condizioni locali che possano nel tempo portare a modificazioni dell'ambiente acustico oltre a quella di progetto (nuove edificazioni in corso, modifiche alla viabilità, ecc.);
- l'assenza di situazioni locali che possano disturbare le misure (poligoni di tiro, canili, ecc.);
- la distanza da sorgenti fisse di emissione in modo che queste non abbiano effetti di mascheramento sulle sorgenti di rumore specificatamente oggetto del monitoraggio;
- la presenza di eventuali ostacoli interposti tra le sorgenti di rumore oggetto del monitoraggio e la postazione di misura prescelta.

Per quanto riguarda la localizzazione dei punti di monitoraggio rispetto alle tipologie di misura previste, di seguito si riportano i criteri di localizzazione su macroscala dei punti di campionamento, che andranno integrati con le indicazioni di cui sopra.

<b>RUM_C</b>	<i>In corrispondenza di tutti i cantieri operativi e aree di stoccaggio se presenti ricettori nelle prossimità di tali aree, sia in presenza che in assenza di barriere acustiche temporanee</i>
--------------	--

<b>RUM_FL</b>	<i>Sul fronte avanzamento lavori dove previste operazioni particolarmente impattanti per la matrice in esame come utilizzo di frese, martelloni, macchine perforatrici, contemporaneità di macchinari o lavorazioni, etc; il punto di monitoraggio va collocato presso i ricettori più prossimi al tracciato di progetto, preferendo, se presenti, ricettori sensibili</i>
<b>RUM_TC</b>	<i>Sulla viabilità esterna alle aree di cantiere, sui percorsi per/da le cave di approvvigionamento o le discariche di allontanamento finale dei materiali; presso ricettori in prossimità del tracciato di tali viabilità e all'interno delle fasce di pertinenza definite dallo strumento normativo, preferendo, se presenti, ricettori sensibili</i>
<b>RUM_T</b>	<i>Lungo il tracciato di progetto, presso i ricettori più vicini allo stesso, preferendo, se presenti, quelli sensibili. Un punto per ciascun tratto omogeneo (prima di svincoli o ingressi e incroci con altre viabilità che ne modifichino in modo rilevante il numero di veicoli transitanti), e almeno uno in corrispondenza di ciascuna delle barriere fonoassorbenti previste. Tutti i punti di monitoraggio devono essere collocati all'interno delle fasce di pertinenza dell'infrastruttura in esercizio.</i>

**TABELLA 6-4 CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO – RUMORE**

I punti di monitoraggio sono stati quindi localizzati in corrispondenza delle aree di cantiere/lavorazioni in avanzamento/imbocchi gallerie prossime a recettori come indicato nella cartografia allegata.

<b>CODICE PUNTO MONITORAGGIO</b>	<b>LOCALIZZAZIONE</b>
RUMO_01	Ricettore R12
RUMO_02	Ricettore R14
RUMO_03	Ricettore R24, lato nord
RUMO_04	Ricettore R24, lato sud
RUMO_05	Ricettore R32

**TABELLA 6-5 LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

Il ricettore R24 risulta il più esposto sia ai livelli di rumore generati dalla nuova infrastruttura in esercizio, sia dai flussi indotti su strada Maglio della Lobia/via Aeroporti, pertanto sono stati previsti due diversi punti di monitoraggio che possano rilevare il clima acustico su facciate opposte, con metodiche specifiche rispetto alla tipologia di sorgenti.

## **6.5. FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO**

La durata di ciascuna tipologia di misura è già stata esplicitata nei paragrafi precedenti, pertanto, di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle frequenze e delle durate delle fasi di monitoraggio in cui si deve

prevedere il monitoraggio della componente rumore. Infatti, mentre la durata della singola misura dipende dalla finalità per la quale viene eseguita (traffico, PCCA, mitigazione diretta, etc.) ed è suggerita ed indicata direttamente a livello normativo, la periodicità delle misure è dettata esclusivamente dalla necessità di caratterizzare diversi scenari di rumorosità ambientale.

Pertanto, dal momento che gli eventi che possono incidere sul rumore di fondo come le variazioni del traffico, l'apertura/chiusura delle aziende, il turismo, le scuole, etc. hanno tutti variazioni che si possono ricondurre a periodicità stagionale, tale sarà la periodicità più opportuna dei rilievi da effettuare.

Nella tabella seguente sono indicate il numero e la durata delle campagne di monitoraggio da effettuare per ogni fase.

CODICE PUNTO	METODICA	AO			CO			PO		
		DURATA AO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO AO	TOT AO	DURATA CO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO CO	TOT CO	DURATA PO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO PO	TOT PO
RUMO_01	C	1	1	1	1.5	2	3			
RUMO_02	FL				1	1	1			
	T	1	1	1				1	2	2
RUMO_03	T	1	1	1				1	2	2
RUMO_04	FL	1	1	1	1	1	1			
	T							1	2	2
RUMO_05	T	1	1	1				1	2	2
	TC				1.5	2	3			

**TABELLA 6-6 FREQUENZE DI MONITORAGGIO - RUMORE**

## 7. PAESAGGIO

---

Il paesaggio costituisce una componente anomala che richiede di essere trattata con un approccio differente da quello tipico di componenti ambientali, per le quali le metodiche di indagine sono consolidate o anche normate. L'anomalia del paesaggio risiede, da un lato, nell'ambiguità ed ampiezza di significati che viene attribuita a tale concetto, il cui valore semantico si declina in forme diverse a seconda della disciplina che lo utilizza, dall'altro nella difficoltà di definire indicatori oggettivi e condivisi della qualità del paesaggio e della sua alterazione.

Le definizioni di paesaggio sono molteplici, come molteplici sono gli approcci: estetico, geografico, storico, agricolo, artistico, ecologico, ecc. In termini molto semplificati si può dire che nella cultura e nel sentire italiano, la nozione di paesaggio si è evoluta da un'accezione fondamentalmente estetica e visiva, ad una concezione articolata e ricca di sfaccettature. Si può dire che, oggi, la nozione di paesaggio coincida con quella di territorio, inteso nella sua forma.

### 7.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

---

L'evoluzione del concetto di paesaggio trova riscontro nell'evoluzione della normativa italiana di tutela del paesaggio. In termini molto sintetici, dagli albori il paesaggio si può vedere come nella legge n. 1497 del 29 giugno 1939 "Protezione delle bellezze naturali".

I concetti della legge n. 1497 sono ripresi pochi anni dopo dalla Costituzione della Repubblica Italiana che all'art. 9 recita "La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione".

Il primo significativo cambiamento si ha con la legge 437/85 (Galasso). La legge introduce l'obbligo per le regioni di predisporre Piani urbanistici. In questo caso i Piani sono individuati come strumenti non solo di conservazione.

La codifica più recente, e più estensiva, dell'idea di paesaggio è contenuta nel Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".

Un altro riferimento importante, dal punto di vista metodologico, per la redazione del presente Piano di Monitoraggio sono le "Linee Guida per il Piano di Monitoraggio Ambientale" della Commissione Speciale VIA che introducono per la prima volta in forma istituzionale la necessità di predisporre un monitoraggio per questa componente così complessa.

Di seguito si riporta un'elencazione aggiornata della normativa di riferimento utilizzata per l'elaborazione della presente sezione del PMA. Tale elenco risulta strutturato secondo le principali tematiche afferenti al concetto di Paesaggio.

### **Beni paesistici**

- Convenzione Europea del paesaggio adottata dal Comitato dei Ministri della Cultura e dell'Ambiente del Consiglio d'Europa il 19 luglio 2000 e firmata a Firenze il 20 ottobre 2000;
- Legge 9 gennaio 2006, n. 14 – Ratifica ed esecuzione della Convenzione Europea sul Paesaggio;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e ss. mm. e ii.:
  - ✓ DPCM 12 dicembre 2005 (attuativo dell'art. 146, co. III, D. Lgs. 42/2004);
  - ✓ Decreto Legislativo 26 marzo 2008, n. 62 – Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione ai beni culturali;
  - ✓ DPR 9 luglio 2010, n. 139 – Regolamento recante procedimento semplificato di autorizzazione paesaggistica per gli interventi di lieve entità, a norma dell'articolo 146, comma 9, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e successive modificazioni.
  - ✓ DPR 13 febbraio 2017, n. 31 - Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata.
  - ✓ Decreto ministeriale dei Beni e delle attività culturali e del turismo n° 154/17 del 22 agosto 2017 - Regolamento sugli appalti pubblici di lavori riguardanti i beni culturali tutelati ai sensi del d.lgs. n. 42 del 2004, di cui al decreto legislativo n. 50 del 2016.

### **Leggi urbanistiche regionali**

- Legge regionale 23 aprile 2004, n. 11 “Norme per il governo del territorio e in materia di paesaggio” e ss. mm. e ii.;

### **Pianificazione territoriale**

- Piano Territoriale Regionale di Coordinamento;
- Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Vicenza.

## **7.2. METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO**

La componente paesaggio può essere soggetta ad interferenze sia in corso d'opera (CO), sia in post-operam (PO). Il monitoraggio del paesaggio, quindi, deve interessare tutta l'area che si prevede possa essere sensibile alla realizzazione del progetto. I controlli durante il CO permetteranno, altresì, di monitorare lo stato d'avanzamento dei lavori.

In riferimento ai caratteri visuali e percettivi il Piano di Monitoraggio dovrebbe appurare, la verifica della coerenza e dell'effettiva realizzazione dei manufatti di progetto e delle relative opere di mitigazione.

Il monitoraggio dei caratteri visuali e percettivi verrà effettuato in riferimento alle aree di sistemazione superficiale, in cui il progetto ha previsto di raggiungere obiettivi di mitigazione degli impatti.

In riferimento al monitoraggio degli aspetti ecologico ambientali si rimanda, invece, all'apposita sezione dedicata a vegetazione e flora.

Le indagini saranno eseguite utilizzando la seguente metodica:

- P1 rilievi fotografici;

Il rilievo fotografico (P1) consentirà un'indagine qualitativa che, associata al concetto di cono visivo, consentirà di valutare sia le modificazioni intervenute sul contesto, sia la possibilità che le stesse siano percepite. Tali strumenti saranno utilizzati in tutte le fasi di monitoraggio e consentiranno di seguire anche le attività di costruzione.

I punti di percezione del paesaggio sui quali concentrare le azioni di monitoraggio sono stati scelti in base ai tre seguenti sistemi di caratterizzazione del grado di sensibilità del paesaggio:

- **sistema morfologico tipologico, costituito da beni monumentali**, da edifici e complessi di valore storico testimoniale, al fine di definire l'integrità del paesaggio rispetto alle forme storiche. Per la valutazione di questi aspetti si è fatto riferimento al sistema di emergenze storico testimoniali (molino del Lago, molino di Sant'Angelo d'Assino, chiesa di Sant'Angelo d'Assino, castello di Carbonara) e ricomprese nell'ambito di studio;
- **condizioni di visibilità del luogo considerato**, o meglio di co-visibilità tra il luogo interessato dagli interventi progettuali e l'intorno. In questo senso occorre stimare i punti di maggior percezione dei siti interessati dagli interventi progettuali, da parte di aree di sosta maggiormente frequentate, al fine di verificare la presenza di visuali consolidate e significative;
- **valore simbolico di un luogo**, ovvero il ruolo che la società attribuisce a quel luogo, in relazione a valori simbolici che ad esso associa. Si considera pertanto il ruolo dei luoghi nella definizione e nella consapevolezza dell'identità locale, che possono essere connessi sia a riti religiosi, sia ad eventi o ad usi civili.

Al fine di individuare gli ambiti da monitorare per la componente paesaggistica è stata fatta un'analisi degli interventi progettuali che interferiscono con gli ambiti di superficie, per i quali è possibile individuare una sensibilità maggiore in riferimento ai tre sistemi sopra individuati.

I ricettori del paesaggio sono degli ambiti e non sono luoghi puntuali, in quanto la percezione complessiva di una zona viene percepita attraverso le condizioni di co-visibilità tra i differenti elementi appartenenti sia allo stato di fatto (monitoraggio ante-operam) che al progetto (monitoraggio post-operam).

I rilievi fotografici dovranno essere effettuati con apposita attrezzatura in modo da coprire 180° di visuale delle aree indicate nella tavola *T00IA00MOAPL01 Planimetria con indicazione dei punti di monitoraggio (componenti: atmosfera, rumore, vibrazioni, fauna, ecosistemi, paesaggio)*, mentre i punti di vista preferenziali dovranno essere quelli riportati dalla tavola *T00IA30AMBCT17 Morfologia del paesaggio e percezione visiva* in relazione ai differenti tipo di percezione.

Le riprese fotografiche dovranno essere effettuate preferibilmente nella prima parte della mattinata (entro le 10) e nella seconda parte del pomeriggio (dopo le 17) per evitare condizioni di luce azimutale.

La tecnica migliore per fotografare tutto il semipiano interessato è quella di posizionare una macchina fotografica su un cavalletto e scattare in sequenza un numero sufficiente di immagini in modo che, una volta accostate, permettano di ricostruire l'intero orizzonte.

Per evitare deformazioni geometriche si utilizzerà un obiettivo di focale non inferiore ai 35 mm (intesa per il formato fotografico classico 24x36). E' consigliabile utilizzare un valore di diaframma superiore ad 8 per garantire una elevata profondità di campo.

Per quanto possibile evitare scatti in controluce che, in questo caso, potrebbero diminuire la leggibilità.

Nel caso di fotografie con pellicola analogica si utilizzerà una emulsione con sensibilità non superiore ai 100 ASA (grana fine), nel caso si utilizzi una macchina fotografica digitale essa dovrà avere un sensore di qualità elevata e con risoluzione pari ad almeno 4 Megapixel.

Nel caso di ripresa analogica le fotografie (o diapositive) verranno dapprima stampate, poi digitalizzate e successivamente montate, nel caso si utilizzi strumentazione digitale, basterà montarle in sequenza, come richiesto.

Le immagini digitalizzate, una volta unite, formeranno un'unica immagine di tipo jpg (con minima compressione, massima qualità) che sarà conservato come il risultato finale; per l'inserimento nella scheda di misura sarà invece conveniente ricampionare l'immagine in modo che il lato lungo abbia una dimensione pari a circa 4000 pixel, più che sufficiente per la stampa in formato A4.

Il cavalletto dovrà essere posizionato in modo che la fotocamera possa essere orientata con il lato lungo del fotogramma parallelo alla linea di orizzonte. Occorrerà avere cura che nelle immediate vicinanze non vi siano ostacoli di dimensioni rilevanti tali da "oscurare" il campo visivo da inquadrare.

### **7.3. LOCALIZZAZIONE E ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEI PUNTI DI MISURA**

La localizzazione di tutte le postazioni di monitoraggio è riportata nella tavola *T00IA00MOAPL01 Planimetria con indicazione dei punti di monitoraggio (componenti: atmosfera, rumore, vibrazioni, fauna, ecosistemi, paesaggio)*.

Di seguito si riporta la tabella con i dati sintetici relativi alle sezioni di monitoraggio individuate per la componente Paesaggio.

CODICE PUNTO	METODICA	AO			CO			PO		
		DURATA AO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO AO	TOT AO	DURATA CO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO CO	TOT CO	DURATA PO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO PO	TOT PO
PAES_01	P1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
PAES_02	P1				1	1	1	2	1	2
PAES_03	P1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
PAES_04	P1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
PAES_05	P1				1	1	1	2	1	2
PAES_06	P2	1	1	1	1	1	1	2	1	2

**TABELLA 7-1 PUNTI DI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE PAESAGGIO**

L'insieme dei rilievi effettuati, dovranno essere sintetizzati in schede riepilogative che, in seguito ad elaborazione, permetteranno di avere la successione delle condizioni strutturali dei singoli individui. Le registrazioni dei dati comprenderanno, oltre alle schede di campo, la puntuale documentazione fotografica.

L'analisi effettuata in *ante-operam*, ripetuta in *post-operam* fornirà gli elementi necessari per valutare se eventuali interazioni legate ad operazioni di cantiere hanno determinato danneggiamenti o eventuali incrementi del rischio paesaggistico.

## 8. SUOLO E SOTTOSUOLO

La presente sezione esamina tutte le possibili fonti di interferenza con la componente Suolo e Sottosuolo. Per ciascuna di essa, in base alla tipologia e alla durata dell'interferenza ed alle specifiche caratteristiche della componente in esame, sarà individuato il migliore e più efficace profilo di monitoraggio; tale profilo comprenderà la definizione delle macro-tipologie di monitoraggio a seconda della fonte di interferenza e per ciascuna di esse sarà individuato il set di parametri atto a meglio evidenziare il disturbo e la frequenza di indagine più adatta. Nello specifico caso della componente in esame sarà affrontato il tema del monitoraggio del suolo e del sottosuolo.

### 8.1. OBIETTIVI E FINALITÀ

Il monitoraggio dei suoli consiste essenzialmente nel controllo dell'evoluzione della loro qualità, in relazione alle specifiche attività ivi svolte o per le quali è votato. La qualità del suolo viene definita come la propria capacità di promuovere la crescita delle colture, proteggere i bacini idrografici attraverso la regolazione dell'infiltrazione delle precipitazioni ed, infine, impedire l'inquinamento del sottosuolo attraverso il tamponamento dei potenziali inquinanti.

Nel caso di realizzazione di un'infrastruttura i fattori di impatto prevedibili sono legati, nella fase del corso d'opera, al mantenimento delle caratteristiche strutturali dei suoli nelle aree di cantiere e nei siti di deposito temporaneo, ed alla contaminazione dovuta agli eventuali sversamenti accidentali sul suolo di sostanze inquinanti, nella fase di post operam, principalmente al rischio di malfunzionamento delle vasche di trattamento con conseguente rilascio di sostanze inquinanti dilavanti il manto stradale.

FASE	AZIONE POTENZIALMENTE IMPATTANTE	AREA IMPATTATA
fase di cantiere	occupazione suolo per installazione aree di cantiere	campo base
	sversamento accidentale di sostanze inquinanti	campo base
	occupazione suolo per installazione aree di cantiere	cantieri operativi e aree di stoccaggio
	sversamento accidentale di sostanze inquinanti	cantieri operativi e aree di stoccaggio
fase di esercizio	restituzione suolo utilizzato per lavorazioni	ripristino aree di cantiere
	sversamento accidentale di sostanze inquinanti	impianti di trattamento acque di piattaforma

TABELLA 8-1 – AZIONI DI IMPATTO E AREE IMPATTATE IN FASE DI CANTIERE

La tematica delle terre e rocce da scavo è stata affrontata in un'apposita sezione del Progetto Definitivo, denominata "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti". In sostanza a corredo dell'opera è stato redatto tale Piano, ai sensi del D.M. 120/2017, a cui si rimanda attraverso la consultazione dei seguenti elaborati:

T00CA02CANRE01A	Relazione illustrativa
T00CA02CANPP01A	Planimetria delle aree di produzione e riutilizzo
T00CA02CANPU01A	Ubicazione delle indagini ambientali
T00CA02CANSC01A	Report delle analisi chimiche sulle terre e rocce da scavo e sulle acque

## 8.2. TIPOLOGIE DI MISURAZIONI

L'identificazione delle tipologie di monitoraggio è effettuata sulla base del riconoscimento delle potenziali interferenze connesse alle attività di costruzione dell'opera. Pertanto, si distinguono due tipologie principali di monitoraggio:

- *Misure per il monitoraggio delle aree di cantiere **SUO\_C**: l'interferenza potenziale maggiore è dovuta all'occupazione del suolo a causa delle aree di cantiere, sia che queste aree debbano essere ripristinate alla fine dei lavori, sia che siano destinate ad altri usi rispetto a quelli originari (quali quello di area di casello, piazzale di sosta). In particolare, le zone all'interno del cantiere dedicate in fase di corso d'opera al deposito carburanti, oli, sosta mezzi ecc... devono essere oggetto di controllo prima del loro nuovo utilizzo in seguito al ripristino ed alla chiusura dei cantieri.*
- *Misure per il monitoraggio dei suoli presso gli scarichi degli impianti di trattamento delle acque di piattaforma **SUO\_AP**: comprende l'analisi dei campioni in laboratorio per la determinazione di tutti i parametri ritenuti significativi ed indicatori di possibile inquinamento o modifica della qualità dei suoli in base alla possibile contaminazione dovuta a scarichi sul suolo di acque di dilavamento della superficie stradale non efficacemente trattate.*

Preliminarmente all'effettuazione di tali misure è sempre necessario provvedere all'esecuzione di profili o trivellate pedologiche, fino a una profondità minima di 1,5 m; in tal modo è possibile definire correttamente e provvedere al riconoscimento dei diversi orizzonti del suolo e procedere con il collezionamento dei campioni previsti per le determinazioni di laboratorio.

Di seguito si riporta una tabella indicativa dei tipi di parametri monitorati per ciascuna tipologia di monitoraggio. Si rimanda al paragrafo seguente per la definizione di tali parametri.

<b>SUO_C</b>	<u>Parametri in situ</u>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Pedologici</li> <li>· Orizzonti pedologici e parametri Chimico-fisici</li> </ul>
<b>SUO_AP</b>	<u>Parametri in laboratorio</u>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Pedologici</li> <li>· Chimico-fisici</li> </ul>

TABELLA 8-2 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DA MONITORARE PER SUOLO E SOTTOSUOLO

### 8.3. PARAMETRI DI MONITORAGGIO

#### 8.3.1. Parametri in situ

I parametri in situ comprendono la definizione dei parametri stazionali, la determinazione dei parametri pedologici in situ, la descrizione delle caratteristiche degli orizzonti individuati ed ordinati in sequenza in base alla profondità, la determinazione dei parametri fisico-chimici in situ e il prelievo dei campioni da sottoporre a successive analisi di laboratorio

<b>Esposizione</b>	Immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da Nord in senso orario																				
<b>Pendenza</b>	Inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali																				
<b>Uso del Suolo</b>	Tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 m <sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.																				
<b>Microrilievo</b>	<p>Descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo le seguenti specifiche:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Codice</th> <th>Descrizione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RA</td> <td>Da ribaltamenti di alberi</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td>Da argille dinamiche</td> </tr> <tr> <td>CE</td> <td>Cuscinetti erbosi</td> </tr> <tr> <td>CP</td> <td>Suoli poligonali</td> </tr> <tr> <td>CT</td> <td>Terrazette</td> </tr> <tr> <td>CS</td> <td>Suoli striati</td> </tr> <tr> <td>MM</td> <td>Cunette e rilievi da movimenti di massa</td> </tr> <tr> <td>AL</td> <td>Altro tipo di microrilievo (da specificare)</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>assente</td> </tr> </tbody> </table>	Codice	Descrizione	RA	Da ribaltamenti di alberi	AG	Da argille dinamiche	CE	Cuscinetti erbosi	CP	Suoli poligonali	CT	Terrazette	CS	Suoli striati	MM	Cunette e rilievi da movimenti di massa	AL	Altro tipo di microrilievo (da specificare)	Z	assente
Codice	Descrizione																				
RA	Da ribaltamenti di alberi																				
AG	Da argille dinamiche																				
CE	Cuscinetti erbosi																				
CP	Suoli poligonali																				
CT	Terrazette																				
CS	Suoli striati																				
MM	Cunette e rilievi da movimenti di massa																				
AL	Altro tipo di microrilievo (da specificare)																				
Z	assente																				
<b>Pietrosità superficiale</b>	<p>Percentuale relativa ai frammenti di roccia alterata presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, secondo le seguenti specifiche</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Codice</th> <th>Descrizione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Nessuna pietrosità: pietre assenti o &lt;0,01% dell'area</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Scarsa pietrosità: tra 0,01 e 0,1% dell'area</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Comune pietrosità: tra 0,1 e 3% dell'area</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Elevata pietrosità: tra 3 e 15% dell'area</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Eccessiva pietrosità: tra 15 e 90% dell'area (impossibile utilizzo di qualunque macchinario)</td> </tr> </tbody> </table>	Codice	Descrizione	0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o <0,01% dell'area	1	Scarsa pietrosità: tra 0,01 e 0,1% dell'area	2	Comune pietrosità: tra 0,1 e 3% dell'area	3	Elevata pietrosità: tra 3 e 15% dell'area	4	Eccessiva pietrosità: tra 15 e 90% dell'area (impossibile utilizzo di qualunque macchinario)								
Codice	Descrizione																				
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o <0,01% dell'area																				
1	Scarsa pietrosità: tra 0,01 e 0,1% dell'area																				
2	Comune pietrosità: tra 0,1 e 3% dell'area																				
3	Elevata pietrosità: tra 3 e 15% dell'area																				
4	Eccessiva pietrosità: tra 15 e 90% dell'area (impossibile utilizzo di qualunque macchinario)																				

	5	Eccessiva pietrosità: tra 15 e 50% dell'area																								
	6	Eccessiva pietrosità: tra 50e 90% dell'area																								
	7	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area																								
<b>Rocciosità affiorante</b>	Percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 km <sup>2</sup> attorno al punto di monitoraggio.																									
<b>Fenditure Superficiali</b>	Indicare, per un'area di circa 100 m, il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità in cm delle fessure presenti in superficie.																									
<b>Vegetazione</b>	Descrizione, mediante uso di unità sintetiche fisionomiche e flogistiche, della vegetazione naturale nell'intorno dell'areale del punto di monitoraggio																									
<b>Stato erosivo</b>	Presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo																									
<b>Permeabilità</b>	Velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale, rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuite allo strato con granulometria più fine, secondo la seguente scala numerica:																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Scala</th> <th>Granulometria</th> <th>Permeabilità</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Argille</td> <td>Molto bassa</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Limi – limi argillosi</td> <td>Bassa</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Sabbie argillose</td> <td>Medio bassa</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Sabbie fini – sabbie limose</td> <td>Media</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Sabbie medie – sabbie gradate</td> <td>Medio alta</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Ghiaie – sabbie grosse</td> <td>Alta</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Ghiaie lavate</td> <td>Molto alta</td> </tr> </tbody> </table>	Scala	Granulometria	Permeabilità	0	Argille	Molto bassa	1	Limi – limi argillosi	Bassa	2	Sabbie argillose	Medio bassa	3	Sabbie fini – sabbie limose	Media	4	Sabbie medie – sabbie gradate	Medio alta	5	Ghiaie – sabbie grosse	Alta	6	Ghiaie lavate	Molto alta	
Scala	Granulometria	Permeabilità																								
0	Argille	Molto bassa																								
1	Limi – limi argillosi	Bassa																								
2	Sabbie argillose	Medio bassa																								
3	Sabbie fini – sabbie limose	Media																								
4	Sabbie medie – sabbie gradate	Medio alta																								
5	Ghiaie – sabbie grosse	Alta																								
6	Ghiaie lavate	Molto alta																								
<b>Classe di drenaggio</b>	Si individueranno le seguenti classi di drenaggio:																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Classe</th> <th>Descrizione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rapido</td> <td>Acqua rimossa molto rapidamente</td> </tr> <tr> <td>Moderatamente rapido</td> <td>Acqua rimossa rapidamente</td> </tr> <tr> <td>Buono</td> <td>Acqua rimossa prontamente</td> </tr> <tr> <td>Mediocre</td> <td>Acqua rimossa lentamente in alcuni periodi</td> </tr> <tr> <td>Lento</td> <td>Acqua rimossa lentamente</td> </tr> <tr> <td>Molto lento</td> <td>Acqua rimossa molto lentamente (suoli periodicamente bagnati)</td> </tr> <tr> <td>Impedito</td> <td>Acqua rimossa molto lentamente (suoli bagnati per lunghi periodi)</td> </tr> </tbody> </table>	Classe	Descrizione	Rapido	Acqua rimossa molto rapidamente	Moderatamente rapido	Acqua rimossa rapidamente	Buono	Acqua rimossa prontamente	Mediocre	Acqua rimossa lentamente in alcuni periodi	Lento	Acqua rimossa lentamente	Molto lento	Acqua rimossa molto lentamente (suoli periodicamente bagnati)	Impedito	Acqua rimossa molto lentamente (suoli bagnati per lunghi periodi)									
Classe	Descrizione																									
Rapido	Acqua rimossa molto rapidamente																									
Moderatamente rapido	Acqua rimossa rapidamente																									
Buono	Acqua rimossa prontamente																									
Mediocre	Acqua rimossa lentamente in alcuni periodi																									
Lento	Acqua rimossa lentamente																									
Molto lento	Acqua rimossa molto lentamente (suoli periodicamente bagnati)																									
Impedito	Acqua rimossa molto lentamente (suoli bagnati per lunghi periodi)																									
<b>Substrato pedogenetico</b>	Definizione del materiale immediatamente sottostante il suolo a cui si presume che quest'ultimo sia geneticamente connesso.																									
<b>Profondità falda</b>	Definizione della profondità della falda freatica.																									

TABELLA 8-3 – DEFINIZIONE DEI PARAMETRI PEDOLOGICI IN SITU – SUOLO E SOTTOSUOLO

<b>Designazione orizzonte</b>	Designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo convenzioni predefinite
<b>Limiti di passaggio</b>	Confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante
<b>Colore allo stato secco e umido</b>	Colore della superficie interna di un aggregato di suolo in condizioni secche e umide, definito per confronto con le "Tavole Munsell", utilizzando i codici alfanumerici previsti nella stessa notazione Munsell
<b>Tessitura</b>	Stima della percentuale di sabbia, limo, argilla presenti nella terra fine, determinate rispetto al totale della terra fine
<b>Struttura</b>	Entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti o meno persistenti
<b>Consistenza</b>	Caratteristica determinata dal tipo di coesione e adesione, definita in relazione al diverso grado di umidità del suolo
<b>Porosità</b>	Vuoti di diametro superiore a 60 micron, definiti per diametro e quantità

<b>Umidità</b>	Condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento:												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Codice</th> <th>Descrizione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Asciutto</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Poco umido</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Umido</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Molto umido</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Bagnato</td> </tr> </tbody> </table>	Codice	Descrizione	1	Asciutto	2	Poco umido	3	Umido	4	Molto umido	5	Bagnato
	Codice	Descrizione											
	1	Asciutto											
	2	Poco umido											
	3	Umido											
4	Molto umido												
5	Bagnato												
<b>Contenuto in scheletro</b>	Frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo.												
<b>Concrezioni e noduli</b>	Presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni e altre figure d'origine pedogenetica												
<b>Efflorescenze saline</b>	Determinazione indiretta della presenza di carbonato di calcio, ottenuta facendo gocciolare poche gocce di HCl e osservando l'eventuale sviluppo di effervescenza												
<b>Fenditure o fessure</b>	Vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle e frammenti												
<b>pH</b>	Grado di alcalinità/acidità del suolo												

TABELLA 8-4 -DEFINIZIONE DEGLI ORIZZONTI PEDOLOGICI E PARAMETRI FISICO-CHIMICI IN SITU – SUOLO E SOTTOSUOLO

### 8.3.2. Parametri chimico-fisici di laboratorio

L'analisi dei campioni in laboratorio è finalizzata alla determinazione di tutti i parametri ritenuti significativi ed indicatori di possibile inquinamento o modifica della qualità dei suoli in base alle lavorazioni in atto e alle specificità del suolo in cui si opera.

<b>Capacità di scambio cationico (CSC)</b>	<p>La capacità di scambio cationico è una misura della quantità di cationi che possono essere adsorbiti sui colloidi del suolo e può essere messa in relazione con la capacità dei suoli di immobilizzare metalli. La capacità di scambio cationico individua la quantità di cationi protetta dalla lisciviazione e, quindi, rappresenta uno dei parametri base per l'immediata valutazione del livello di fertilità chimica del terreno. Le principali sostanze solide responsabili di questa forma di ritenzione sono di tipo minerale, come le argille, e di tipo organico. La capacità di scambio cationico può essere valutata in base alle seguenti classi di giudizio:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>C.S.C. (meq/100 gr)</th> <th>GIUDIZIO AGRONOMICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 5</td> <td>Livello molto basso</td> </tr> <tr> <td>5 – 10</td> <td>Livello basso</td> </tr> <tr> <td>10 – 20</td> <td>Livello medio</td> </tr> <tr> <td>20 – 40</td> <td>Livello alto</td> </tr> <tr> <td>&gt; 40</td> <td>Livello molto alto</td> </tr> </tbody> </table>	C.S.C. (meq/100 gr)	GIUDIZIO AGRONOMICO	< 5	Livello molto basso	5 – 10	Livello basso	10 – 20	Livello medio	20 – 40	Livello alto	> 40	Livello molto alto
C.S.C. (meq/100 gr)	GIUDIZIO AGRONOMICO												
< 5	Livello molto basso												
5 – 10	Livello basso												
10 – 20	Livello medio												
20 – 40	Livello alto												
> 40	Livello molto alto												
<b>Azoto totale e azoto assimilabile</b>	Espresso in %												
<b>Fosforo assimilabile</b>	Espresso in mg/kg												
<b>Carbonati totali</b>	<p>Calcio carbonato presente nel suolo che, per natura chimica, cristallinità e grado di suddivisione, risulta caratterizzato da elevata reattività. Esprime la percentuale in peso dei carbonati finemente suddivisi e facilmente solubilizzabili.</p> <p>Sono distinte le seguenti classi di contenuto:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Classi</th> <th>Calcare attivo (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Assente</td> <td>&lt; 0,5%</td> </tr> <tr> <td>Basso o moderato</td> <td>0,5-10%</td> </tr> <tr> <td>Alto o molto alto</td> <td>&gt;10%</td> </tr> </tbody> </table>	Classi	Calcare attivo (%)	Assente	< 0,5%	Basso o moderato	0,5-10%	Alto o molto alto	>10%				
Classi	Calcare attivo (%)												
Assente	< 0,5%												
Basso o moderato	0,5-10%												
Alto o molto alto	>10%												
<b>Sostanza organica</b>	La sostanza organica contribuisce alla fertilità organica del suolo e, più in generale, all'accrescimento vegetale esercitando effetti indiretti ed effetti diretti sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo; determinazione di carbonio organico.												

<b>Capacità di ritenzione idrica</b>	<i>Definisce il contenuto d'acqua nel terreno, in termini di umidità percentuale, in condizioni ottimali per quanto riguarda il rapporto fra acqua e aria nel terreno.</i>
<b>Conducibilità elettrica</b>	<i>E' una misura che risulta strettamente correlata al livello di salinità del terreno e si determina effettuando estratti acquosi secondo rapporti predefiniti tra terra fine e acqua (es. 1:2 o 1:5) o saturando completamente il suolo con acqua (estratto a saturazione).</i>
<b>Permeabilità</b>	<i>La permeabilità in geologia è una proprietà delle rocce o dei terreni inconsolidati e rappresenta la capacità di essere attraversati dai fluidi.</i>
<b>Densità apparente</b>	<i>Si distingue fra la densità reale, che prende in considerazione solo il volume della frazione solida, e la densità apparente, che prende in considerazione il volume totale del terreno, compresi quindi gli spazi vuoti. I terreni argillosi e quelli limosi hanno una densità apparente dell'ordine di 1.200 kg/m<sup>3</sup>.</i>

**TABELLA 8-5 - DEFINIZIONE DEI PARAMETRI PEDOLOGICI DI LABORATORIO-SUOLO E SOTTOSUOLO**

Oltre ai parametri sopra riportati che permettono una caratterizzazione pedogenetica completa del suolo in esame, dovranno essere effettuate analisi chimiche per la caratterizzazione ambientale del suolo, sottosuolo ai sensi dell'allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., tra cui i parametri di seguito riportati.

<b>Idrocarburi</b>
<b>Metalli: AS, Cd, Cr tot, Cr VI, Pb, Ni, Zn</b>
<b>Cianuri</b>
<b>Fluoruri</b>
<b>IPA</b>
<b>PCB</b>
<b>Fitofarmaci totali</b>

**TABELLA 8-6 - DEFINIZIONE DEI PARAMETRI FISICO-CHIMICI DI LABORATORIO-SUOLO E SOTTOSUOLO**

#### **8.4. CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

I criteri di localizzazione dei siti di monitoraggio scaturiscono naturalmente dalle tipologie di monitoraggio previste. Le indagini si concentrano in zone in cui le attività svolte possano determinare incidenti, sversamenti, accumuli, perdite di sostanze inquinanti, come soprattutto le attività di carico e scarico o di immagazzinamento possono comportare. Il campionamento deve inoltre essere mirato a controllare il corretto svolgimento delle attività di deposito e di lavorazione dei materiali. Per questo, sono stati selezionati come siti d'indagine il Campo base e le Aree di cantiere per la realizzazione delle opere maggiori, all'interno di queste aree verranno effettuati i monitoraggi di tipo *SUO\_C*. Le indagini nei punti a valle degli impianti di trattamento (*SUO\_04* e *SUO\_07*) sono stati previsti non all'interno dei fossi/bacini di laminazione ove convergono le acque trattate dall'impianto, ma leggermente all'esterno di queste, in quanto le sponde ed il fondo dei fossi e dei bacini risultano impermeabilizzati mediante materassino bentonitico sovrapposto a 0.30m di materiale argilloso compattato ed inerbito. Il monitoraggio a fianco del punto di recapito consentirà di verificare lo stato del suolo e l'efficacia del sistema di impermeabilizzazione. In questi due punti saranno effettuati i monitoraggi di tipo *SUO\_AP*. Nel complesso sono stati previsti 9 punti di monitoraggio, tutti realizzati mediante pozzetti, come di seguito elencato:

Codice	Tipo monitoraggio	Opera
SUO_01	SUO_C	Area di cantiere per Ponte T. Orolo, sponda destra
SUO_02	SUO_C	Area di cantiere per Ponte Orolo, sponda sinistra
SUO_03	SUO_C	Campo base
SUO_04	SUO_AP	Scarico acque di piattaforma da impianto T1
SUO_05	SUO_C	Area di cantiere per Ponte R. Zubana, sponda destra
SUO_06	SUO_C	Area di cantiere per Ponte R. Zubana, sponda sinistra
SUO_07	SUO_AP	Scarico acque di piattaforma da impianto T2 e T3
SUO_08	SUO_C	Area di cantiere per Ponte F. Bacchiglione, sponda destra
SUO_09	SUO_C	Area di cantiere per Ponte F. Bacchiglione, sponda sinistra

TABELLA 8-7 – PUNTI DI MONITORAGGIO PER LA COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

## 8.5. FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio Ante Operam, avendo come scopo quello di caratterizzare lo stato ed il tipo di suolo, fornirà un quadro di base delle caratteristiche del terreno, in modo da poter definire, successivamente, eventuali interventi per ristabilire condizioni di disequilibrio. Il monitoraggio AO sarà condotto per tutti i 9 punti indicati in precedenza.

Il monitoraggio in Corso d'Opera sarà mirato fondamentalmente al controllo di eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti e del corretto svolgimento delle attività di rimozione e deposizione della matrice pedologica. Il monitoraggio in CO sarà condotto per i punti ricadenti all'interno delle Area di cantiere e del Campo base, inoltre verrà effettuato un monitoraggio con cadenza semestrale, in virtù della possibile determinazione di variazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni che richiedono tempi piuttosto lunghi.

Il monitoraggio Post Operam sarà mirato invece al controllo delle sostanze inquinanti dovute al traffico ordinario, una volta che l'infrastruttura verrà messa a regime ed alla verifica della restituzione dei terreni occupati dalle aree di cantiere e dalle loro pertinenze ai livelli originari di qualità della matrice. Il monitoraggio PO sarà condotto per tutti i 9 punti indicati in precedenza.

Di seguito il programma dei monitoraggi previsti.

Codice Punto	Metodica	AO			CO			PO		
		Durata AO (anni)	Rilievi/Anno AO	TOT AO	Durata CO (anni)	Rilievi/Anno CO	TOT CO	Durata PO (anni)	Rilievi/Anno PO	TOT PO
SUO_01	SUO_C	1	1	1	0.5	2	1	1	1	1
SUO_02	SUO_C	1	1	1	0.5	2	1	1	1	1
SUO_03*	SUO_C	1	1	1	1.5	0	0	1	1	1
SUO_04	SUO_AP	1	1	1	-	-	-	2	1	2
SUO_05*	SUO_C	1	1	1	0.5	0	0	1	1	1
SUO_06*	SUO_C	1	1	1	0.5	0	0	1	1	1
SUO_07	SUO_AP	1	1	1	-	-	-	2	1	2
SUO_08	SUO_C	1	1	1	1	2	2	1	1	1
SUO_09	SUO_C	1	1	1	1	2	2	1	1	1

\* Nei punti SUO\_03-05-06 in corrispondenza dell'area del Campo Base e delle Aree Operative del ponte Roggia Zubana, risultando interamente pavimentate, sono previsti campionamenti prima (AO) e dopo (PO) della realizzazione e dismissione dell'area pavimentata.

**TABELLA 8-8 FREQUENZE E DURATE DI MONITORAGGIO**

X

## 9. BIODIVERSITÀ

---

### 9.1. FAUNA

---

Il piano di monitoraggio della componente Fauna è stato redatto con lo scopo di evidenziare le eventuali variazioni quali quantitative potenzialmente indotte in seguito alla realizzazione dell'infrastruttura stradale con particolare riferimento ai *Taxa* più sensibili o caratterizzati da specie di elevato valore conservazionistico.

#### 9.1.1. OBIETTIVI E FINALITÀ

All'interno del SIA i principali impatti individuati sulla componente faunistica sono risultati essere legati ad eventuali collisioni riconducibili al tentativo da parte degli animali di attraversare le carreggiate stradali (*Road mortality*), all'aumento del disturbo acustico generato dal traffico veicolare in transito sulla viabilità di progetto ed all'interferenza con gli elementi del reticolo idrografico superficiale e di conseguenza alla fauna ittica.

Sia per la *Road mortality* che per il disturbo acustico gli impatti sono ritenuti di lieve intensità anche in relazione al contesto territoriale caratterizzato da una bassa vocazionalità faunistica (aree residenziali, terreni coltivati) pertanto non si è ritenuto necessario prevedere specifiche metodiche di monitoraggio. Per la fauna ittica, specialmente in riferimento ai corsi d'acqua ricompresi nella ZSC IT3220040 "BOSCO DI DUEVILLE E RISORGIVE LIMITROFE", lo SIA ha evidenziato la presenza di specie di interesse comunitario pertanto si è ritenuto opportuno prevedere specifiche attività di monitoraggio della comunità ittica attraverso l'indice ISECI.

#### 9.1.2. TIPOLOGIE DI MISURAZIONI

##### 9.1.2.1 ANALISI DELLA COMUNITÀ ITTICA (Indice ISECI)- FAU-A

L'Indice di Stato Ecologico per la Comunità Ittica ISECI, che nella sua ultima versione (*Zerunian et al, 2009*) è stato adattato alle richieste della WFD ed è stato individuato dalla normativa italiana come metodo ufficiale per la fauna ittica fluviale (D.M. 260/2010), è nato (*Zerunian, 2004; 2007*) come un indice di tipo naturalistico, mirato a valutare la comunità ittica non solo per le funzioni ecosistemiche da essa svolte, ma anche dal punto di vista della naturalità e della coerenza ecologica. Questo tipo di approccio differisce in modo sensibile da quanto proposto da altri autori ed applicato in altri Paesi, dove vengono privilegiati gli aspetti di funzionalità.

Per l'applicazione di questo metodo si è resa necessaria la predisposizione di uno specifico protocollo di campionamento che, a partire dalle modalità operative già tracciate e formalizzate a livello nazionale ed internazionale, permetta da un lato di raccogliere tutti i dati necessari all'elaborazione dell'indice (composizione, abbondanza e struttura di età della fauna ittica) per rispondere alle richieste della Direttiva 2000/60/CE e, dall'altro, di disporre degli strumenti conoscitivi necessari a procedere alla validazione del metodo stesso, nonché alla sua intercalibrazione a scala europea.

Questi ultimi due processi si trovano ad uno stadio iniziale rispetto al percorso effettuato per gli altri elementi di qualità biologica e, per questo motivo, anche lo stesso protocollo può essere considerato come uno strumento di lavoro ancora potenzialmente soggetto a integrazioni e modifiche.

### **9.1.3. PARAMETRI DI MONITORAGGIO**

#### **Campionamento**

Le operazioni di campionamento dell'ittiofauna verranno effettuate mediante l'utilizzo dell'*electrofishing* con l'impiego di un elettrostorditore spallabile a corrente continua pulsata e voltaggio modulabile (3,8-7 Ampere, 300-500 Volt, 1.300 W) percorrendo l'alveo fluviale in direzione valle-monte.

L'elettropesca è un metodo di cattura dell'ittiofauna, rapido e relativamente innocuo, basato sull'effetto provocato dai campi elettrici sul pesce che consente la cattura di pesci di diversa specie e taglia; non risulta selettiva e consente una visione d'insieme sulla qualità e quantità della popolazione ittica presente in un determinato tratto di corso d'acqua. L'elettrostorditore genera nell'acqua un campo elettrico tra i due elettrodi immersi, l'anodo positivo costituito da un'asta di materiale isolante recante all'estremità un anello metallico (archetto) munito di rete e manovrato direttamente dall'operatore ed il catodo negativo costituito da una treccia di rame o altro metallo immerso in acqua (coda), che induce nei pesci un effetto di momentanea paralisi detta elettro-narcosi. Il pesce così immobilizzato viene raccolto mediante l'utilizzo di guadini dagli operatori preposti.

Le analisi sugli esemplari catturati sono di tipo conservativo: i pesci vengono anestetizzati con anestetico 2-fenossietanolo [0,5cc/l], determinati secondo Gandolfi *et al.* 1991, divisi per specie, misurati, pesati e fotografati con le opportune scale di riferimento, rianimati e infine reimmessi nel corso d'acqua nel medesimo sito di cattura avendo cura di limitare al massimo i danneggiamenti.

#### **Calcolo dell'ISECI**

Nell'applicazione dell'ISECI si procede individuando, in via teorica, per ciascuna stazione di campionamento la comunità ittica attesa, tenendo conto dei seguenti elementi: a) distribuzione delle specie (in relazione al quadro zoogeografico nazionale di tutti i *taxa* presenti nelle acque interne italiane); b) ecologia delle specie; c) periodo del campionamento (in relazione alla possibile presenza degli stadi adulti di specie migratrici o, in alternativa, dei relativi stadi larvali o giovanili). Per l'individuazione della comunità ittica attesa si suggerisce di tenere conto dei seguenti elementi: indagini faunistiche pregresse riguardanti il sistema idrografico in oggetto; posizione geografica del corpo d'acqua in esame (da mettere in relazione con le conoscenze zoogeografiche sulla fauna ittica italiana); tipo/i di habitat presente/i nel tratto di corso d'acqua in esame (da mettere in relazione con le conoscenze sull'ecologia delle specie). Al fine di raccogliere il massimo delle informazioni possibili sulla composizione in classi di età delle popolazioni e sulla loro capacità riproduttiva, anche per minimizzare il disturbo all'ittiofauna, si suggerisce di eseguire i campionamenti nel periodo post-riproduttivo.

Il *valore dell'ISECI (F)* si calcola come somma pesata delle funzioni valore (ovvero dei valori "normalizzati")

degli indicatori precedentemente descritti utilizzando la formula:

$$ISECI = p_1 \cdot (p_{1,1} \cdot v_{1,1}(f_{1,1}) + p_{1,2} \cdot v_{1,2}(f_{1,2})) +$$

$$+ p_2 \cdot \sum_{i=1}^n (p_{2,i,1} \cdot v_{2,i,1}(f_{2,i,1}) + p_{2,i,2} \cdot v_{2,i,2}(f_{2,i,2})) +$$

$$+ p_3 \cdot v_3(f_3) + p_4 \cdot v_4(f_4) + p_5 \cdot v_5(f_5)$$

Si procede quindi alla conversione dei valori dell'ISECI in *classi*, da I a V, corrispondenti a giudizi sintetici che vanno da elevato a cattivo secondo lo schema seguente.

Livelli di stato ecologico	Valore ISECI (F)	Giudizio sintetico dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche	Giudizio esteso dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche	Colore
I	$0,8 < F \leq 1$	Elevato	Composizione e abbondanza delle specie che corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate. Presenza di tutte le specie indigene comprese quelle "sensibili". Strutture di età e fenotipi delle popolazioni indigene che presentano solo eventuali segni minimi di alterazioni antropiche ed indicano la capacità di riprodursi e svilupparsi autonomamente	
II	$0,6 < F \leq 0,8$	Buono	Lievi variazioni della composizione e abbondanza delle specie rispetto alla comunità attesa. Presenza della maggior parte delle specie indigene comprese quelle "sensibili". Struttura di età e fenotipi delle popolazioni indigene che presentano moderati segni di alterazioni attribuibili a impatti antropici e che, solo in alcuni casi, indicano l'incapacità a riprodursi o a svilupparsi autonomamente	
III	$0,4 < F \leq 0,6$	Sufficiente	Composizione e abbondanza delle specie che si discostano moderatamente dalla comunità attesa. Presenza della maggior parte delle specie indigene comprese quelle "sensibili". Struttura di età e fenotipi delle popolazioni indigene che presentano segni rilevanti di alterazioni che provocano l'assenza, o la presenza sostenuta artificialmente (mediante ripopolamento), di una parte delle popolazioni	
IV	$0,2 < F \leq 0,4$	Scarso	Evidenti variazioni della composizione e abbondanza delle specie rispetto alla comunità attesa. Struttura di età e fenotipi delle popolazioni indigene che presentano consistenti segni di alterazioni	
V	$0 < F \leq 0,2$	Pessimo	Profonde variazioni della composizione e abbondanza delle specie rispetto alla comunità attesa. Struttura di età e fenotipi delle popolazioni indigene che presentano gravi segni di alterazione	

TABELLA 9-1 CLASSIFICAZIONE DELLO STATO DELLA FAUNA ITTICA SECONDO L'ISECI

#### 9.1.4. CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Si prevede l'esecuzione del monitoraggio in una stazione per ognuno dei due corsi d'acqua (Roggia Zubana, Fiume Bacchiglione), ricadenti nella ZSC IT3220040 "Bosco di Dueville e risorgive limitrofe", interferiti dall'infrastruttura stradale.

### 9.1.5. FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

Lo scopo del monitoraggio Ante Operam (AO) è quello di determinare le caratteristiche quali-quantitative della comunità ittica in modo da utilizzare i parametri rilevati per valutare eventuali discostamenti riconducibili alla realizzazione dell'opera e prevede azioni per ristabilire le condizioni preesistenti.

La frequenza di campionamento in AO è unica da eseguire in periodo estivo in corrispondenza dei Roggia Zubana e Fiume Bacchiglione. È comunque indispensabile che i campionamenti siano programmati in modo da poter effettuare i rilievi in condizioni idrologiche idonee per la corretta esecuzione dei campionamenti.

Il Monitoraggio Post Operam (PO) ha lo scopo di verificare che la fase di esercizio dell'opera non induca alterazioni permanenti nella popolazione ittica. Il monitoraggio in PO sarà effettuata con frequenza annuale da per due anni nelle medesime stazione in cui è stata eseguita in fase AO.

Codice Punto	Metodica	AO			CO			PO		
		Durata AO (anni)	Rilievi/Anno AO	TOT AO	Durata CO (anni)	Rilievi/Anno CO	TOT CO	Durata PO (anni)	Rilievi/Anno PO	TOT PO
FAU_01	FAU_A	1	1	1				2	1	2
FAU_02	FAU_A	1	1	1				2	1	2

TABELLA 9-2 FREQUENZE E DURATE DI MONITORAGGIO

## 9.2. ECOSISTEMI

Il piano di monitoraggio della componente ecosistemica è stato redatto con lo scopo di evidenziare le eventuali variazioni quali quantitative potenzialmente indotte in seguito alla realizzazione dell'infrastruttura stradale con particolare riferimento all'ecosistema fluviale.

### 9.2.1. OBIETTIVI E FINALITÀ

All'interno del SIA i principali impatti individuati sulla componente ecosistemica sono risultati essere legati alla sottrazione di habitat, alla frammentazione degli ecosistemi presenti, alla modificazione della permeabilità faunistica ed alla riduzione della funzionalità ecologica del territorio. Tuttavia se da un lato gli ambiti maggiormente diffusi sono di tipo agricolo, urbano e periurbani che da un punto di vista ecosistemico non sono portatori di valori naturalistici di pregio all'interno del territorio sono presenti anche ambiti fluviali che invece possono ospitare elementi di pregio ecologico. Pertanto si è ritenuto opportuno concentrare il monitoraggio sull'ecosistema fluviale rappresentato dal *Torrente Orolo, della Roggia Zubana e del Fiume Bacchiglione*.

## **9.2.2. TIPOLOGIE DI MISURAZIONI**

### **9.2.2.1 LIVELLO DI INQUINAMENTO DAI MACRODESCRITTORI PER LO STATO ECOLOGICO (LIMECO) – ECO-A**

Il LIMeco, introdotto dalla normativa nel 2010 con il decreto ministeriale n. 260, è un indice sintetico che integra alcuni elementi chimico-fisici considerati a sostegno delle comunità biologiche: ossigeno espresso come % di saturazione (scostamento rispetto al 100%), azoto ammoniacale, azoto nitrico e fosforo totale. Il LIMeco descrive la qualità delle acque correnti per quanto riguarda i nutrienti e l'ossigenazione. I nutrienti e l'ossigeno sono fattori di regolazione fondamentali per le comunità biologiche che vivono negli ecosistemi acquatici. Il nuovo indice non considera più i parametri BOD<sub>5</sub>, COD ed Escherichia coli previsti nel calcolo del LIM ai sensi del D.Lgs 152/99.

### **9.2.2.2 INDICE MULTIMETRICO STAR DI INTERCALIBRAZIONE (STAR ICMI) ECO-B**

I macroinvertebrati bentonici sono popolamenti che vivono, per almeno una parte del loro ciclo vitale, su substrati disponibili dei corsi d'acqua utilizzando meccanismi di adattamento in grado di resistere alla corrente. Hanno dimensione generalmente superiore al millimetro di lunghezza e sono quindi visibili ad occhio nudo. I gruppi faunistici più frequenti sono: insetti (coleotteri, tricotteri, ditteri, efemerotteri, plecoteri) crostacei (gamberi, gammaridi), molluschi (bivalvi e gasteropodi), anellidi (vermi e sanguisughe), plattelminti (planarie), più raramente celenterati, poriferi (spugne), briozoi e nematomorfi (*Fenoglio, 2009*). Il ruolo trofico dei macroinvertebrati nei corsi d'acqua è quello di consumatori a tutti i livelli. Si ritrovano ad esempio organismi detritivori (es. chironomidi) fitofagi e predatori (es. odonati, eterotteri) ed anche parassiti (es. sanguisughe). A loro volta essi rappresentano l'alimento preferenziale dei pesci.

I macroinvertebrati bentonici sono considerati buoni indicatori dello stato di qualità delle acque per numerosi motivi. I diversi gruppi presentano differenti sensibilità all'inquinamento, oltre che diversi ruoli trofici. Essendo difficilmente mobili indicano con immediatezza le eventuali alterazioni dell'ambiente; hanno un ciclo vitale lungo che permette di rilevare impatti minimi protratti nel tempo e sono facilmente determinabili e campionabili. Esistono numerosi metodi di bioindicazione basati sulla componente macrobentonica.

In Italia fino all'abrogazione del D.Lgs 152/1999, il metodo di riferimento è stato l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.) (*Ghetti, 1997*). Tale metodo si basa sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e sulla ricchezza in taxa della comunità complessiva. Non prevede però una valutazione numerica dell'abbondanza di ogni singolo taxa rilevato.

La Direttiva 2000/60/CE ha introdotto una definizione dello stato di qualità dei corsi d'acqua basato su composizione e abbondanza delle comunità biologiche tra cui i macroinvertebrati bentonici. È stato quindi introdotto nella normativa italiana di riferimento con il D.Lgs 152/2006 un metodo in grado di soddisfare le richieste della direttiva europea. Il decreto attuativo 8 novembre 2010 n. 260 recante "criteri tecnici per la classificazione dei corpi idrici superficiali per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, recante norme in materia ambientale" prevede, relativamente alla comunità macrobentonica,

l'utilizzo del sistema di classificazione MacrOper, basato sul calcolo dell'indice multimetrico STAR di intercalibrazione.

#### 9.2.2.3 INDICE BIOLOGIQUE MACROPHYTIQUE EN RIVIERE (IBMR) ECO-C

Le macrofite acquatiche comprendono numerosi taxa vegetali macroscopicamente visibili presenti negli ambienti acquatici, palustri e di greto che caratterizzano gli ambiti fluviali. Questo raggruppamento, piuttosto eterogeneo, definito su base funzionale, è composto da angiosperme erbacee, pteridofite, briofite e da alghe filamentose. Composizione e struttura della comunità sono determinate dall'interazione complessa di numerosi fattori ambientali che agiscono in un corso d'acqua. Morfologia del corso d'acqua, granulometria, portata, velocità della corrente nonché luminosità, temperatura e concentrazione di nutrienti sono tutti fattori che condizionano lo sviluppo della comunità. Oltre al loro importante ruolo ecologico, l'uso delle macrofite come indicatrici della qualità delle acque correnti si basa sul fatto che alcune specie e gruppi di specie sono sensibili alle alterazioni dei corpi idrici e risentono in modo differente dell'impatto antropico. In particolare l'inquinamento delle acque, la banalizzazione degli alvei ovvero la semplificazione della loro morfologia con conseguente riduzione degli habitat naturali e l'alterazione del regime idrologico consentono lo sviluppo di popolamenti a bassa diversità costituiti da taxa tolleranti e a rapido sviluppo. Pertanto, l'analisi della comunità a macrofite fornisce, sulla base delle variazioni dei popolamenti macrofitici presenti, indicazioni complessive sul livello di alterazione dei corpi idrici determinato dalle pressioni antropiche.

L'Italia, con l'emanazione del D.M. 260/2010, ha adottato come metrica di valutazione dello Stato Ecologico dell'Elemento di Qualità Biologica Macrofite l'indice macrofitico IBMR, *Indice Biologique Macrophytique en Rivière*. Tale indice, formalizzato in Francia, ha mostrato vasta applicabilità sul territorio italiano in ragione della similarità biogeografica tra Francia e Italia (Azzollini et al. 2009, Mezzotero, et al. 2009, Minciardi et al. 2005,). L'Indice di stato trofico IBMR può essere considerato indice di Stato Ecologico attraverso il calcolo dell'RQE-IBMR, vale a dire il rapporto tra l'IBMR calcolato per un dato sito ed il valore teorico atteso per la tipologia alla quale il sito è stato assegnato.

### 9.2.3. PARAMETRI DI MONITORAGGIO

#### 9.2.3.1 LIVELLO DI INQUINAMENTO DAI MACRODESCRITTORI PER LO STATO ECOLOGICO (LIMECO) ECO-A

La procedura prevede che sia calcolato un punteggio sulla base della concentrazione, osservata nel sito in esame, dei seguenti macrodescrittori: N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, fosforo totale e ossigeno disciolto (100 - % di saturazione O<sub>2</sub>). Il punteggio LIMeco da attribuire al sito rappresentativo del corpo idrico è dato dalla media dei singoli LIMeco dei vari campionamenti effettuati nell'arco dell'anno in esame

Il LIMeco di ciascun campionamento viene derivato come media tra i punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione osservata. Le soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri che concorrono al calcolo del LIMeco sono riportati nella tabella seguente.

		LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3	LIVELLO 4	LIVELLO 5
	Punteggio	1	0,5	0,25	0,125	0
<b>PARAMETRO</b>						
100-O <sub>2</sub> % sat.	Soglie	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH <sub>4</sub> (mg/l)		< 0,03	≤0,06	≤0,12	≤0,24	> 0,24
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)		< 0,6	≤1,2	≤2,4	≤4,8	> 4,8
Fosforo totale (µg/l)		< 50	≤100	≤200	≤400	> 400

TABELLA 9-3 QUADRO SOGLIE PER L'ASSEGNAZIONE DEI PUNTEGGI AI SINGOLI PARAMETRI PER OTTENERE IL PUNTEGGIO LIMECO

### Calcolo indice

Il valore medio di LIMeco calcolato per il periodo di campionamento è utilizzato per attribuire la classe di qualità al sito, secondo i limiti indicati nella successiva

STATO	LIMeco	COLORE LIVELLI
Elevato	≥0,66	Livello 1
Buono	≥0,50	Livello 2
Sufficiente	≥0,33	Livello 3
Scarso	≥0,17	Livello 4
Cattivo	< 0,17	Livello 5

TABELLA 9-4 CLASSIFICAZIONE DI QUALITÀ SECONDO I VALORI DI LIMECO

### 9.2.3.2 INDICE MULTIMETRICO STAR DI INTERCALIBRAZIONE (STAR\_ICMI) ECO-B

In ottemperanza al DM 260/2010, l'analisi qualità ecologica basata sull'analisi della comunità dei macroinvertebrati bentonici sarà condotta applicando l'indice multi metrico STAR-ICMi. Tale indice è composto da sei metriche di base che forniscono informazioni differenziali sulla comunità bentonica.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	Armitage et al. 1983	0,333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log10 (Sel_EPTD+1)	Log10 (somma di Heptagenidae, Ephemeridae, Leptophlebiae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae + 1)	Buffagni et al. 2004; Buffagni & Erba, 2004	0,266
Ricchezza/ Diversità	Abbondanza	1-GOLD	1-(Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al. 2004	0,067
	Numero taxa	Numero totale di famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	Ofenböck et al. 2004	0,167
	Numero taxa	Numero di famiglie EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	Böhmer et al. 2004	0,083
	Indice diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -S(n_i/A) \cdot \ln(n_i/A)$	Hering et al. 2004; Böhmer et al. 2004	0,083

**TABELLA 9-5. IDENTIFICATIVO DELLE SEI METRICHE COMPONENTI L'INDICE STAR\_ICMI E LORO PESO RELATIVO.**

### Campionamento

Lo studio della comunità di macroinvertebrati bentonici dovrà essere condotto operando campionamenti nelle stazioni individuate seguendo il protocollo di campionamento predisposto dal gruppo di lavoro del sistema agenziale "Metodi biologici" e successivamente completato e validato da CNR-IRSA (già citati in Buffagni & Erba, 2007).

Il prelievo dovrà essere svolto utilizzando la seguente strumentazione:

- retino immanicato (maglia 500 µm);
- setaccio (maglie 500 µm);
- vassoio in plastica bianca per lo smistamento del campione;
- fissativo (Soluzione acquosa di alcool al 70%);
- pinzette;

- lente ingrandimento;
- termometro;
- contenitori da 300 ml per la raccolta separata delle repliche;
- bindella (metro a fettuccia).

I campioni raccolti sono stati smistati sul campo in coerenza con il metodo, trasferendo in laboratorio gli esemplari la cui identificazione richiedeva approfondimento.

### Calcolo indice

Le metriche, una volta calcolate, dovranno essere normalizzate, ovvero, il valore osservato dovrà essere suddiviso per il valore della metrica che rappresenta le condizioni di riferimento (fornito dal D.M. 260/2010). Il risultato, espresso tra 0 e 1, è chiamato RQE (Rapporto di Qualità Ecologica) e dovrà essere moltiplicato per il peso attribuito ad ogni metrica. L'indice multimetrico finale verrà ottenuto dalla somma delle sei metriche normalizzate e moltiplicate per il proprio peso; il valore risultante verrà nuovamente normalizzato con il valore proposto dal decreto legge, ottenendo così lo STAR\_ICMI.

VALORI RIFERIMENTO (DM 260/2010)		
N-Ord	211	
Area Regionale	10SS3	
Mesohabitat	Riffle	
ASPT	6,837	
N_Fam	26	
N_EPT_Fam	15	
1-GOLD	0,656	
Diversità di Shannon	2,130	
log(SeI EPTD+1)	2,507	
STAR_ICMi	0,998	
Elevato/Buono	0,940	
Buono/Sufficiente	0,700	
Sufficiente/Scarso	0,470	
Scarso/Cattivo	0,240	
<b>Valori RQE</b>	<b>STAR ICMI</b>	<b>Colore convenzionale</b>
elevato	RQE = 0,94	
buono	0,70 = RQE < 0,94	
sufficiente	0,47 = RQE < 0,70	

VALORI RIFERIMENTO (DM 260/2010)		
scarso	0,24 = RQE < 0,47	
cattivo	RQE < 0,24	

STATO	LIMeco	COLORE LIVELLI
Elevato	≥0,66	Livello 1
Buono	≥0,50	Livello 2
Sufficiente	≥0,33	Livello 3
Scarso	≥0,17	Livello 4
Cattivo	< 0,17	Livello 5

TABELLA 9-6 DATI DI RIFERIMENTO PER LA ZONA INTERESSATA DALLE ANALISI

### 9.2.3.3 INDICE BIOLOGIQUE MACROPHYTIQUE EN RIVIERE (IBMR) ECO-C

L'IBMR è un indice finalizzato alla valutazione dello stato trofico che si fonda su una lista di 210 *taxa* indicatori per i quali è stata valutata, da dati di campo, la sensibilità in particolare alle concentrazioni di azoto ammoniacale e ortofosfati. Tuttavia lo stato trofico è determinato non solo dalla concentrazione di nutrienti ma anche da altri fattori quali la luminosità (condizionata a sua volta da torbidità e ombreggiamento) e velocità della corrente (Minciardi *et al.*, 2010). La metodologia è descritta dalla norma AFNOR NF T 90-395 "Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR)". L'IBMR si misura in corrispondenza di una stazione e si calcola sulla base di un rilievo. La stazione di monitoraggio corrisponde ad una porzione di torrente rappresentativa per il tratto omogeneo di corso d'acqua che si intende indagare, avente uno sviluppo longitudinale da 50 a 100 m in funzione delle dimensioni del corso d'acqua e dei livelli di copertura delle macrofite presenti.

Il rilievo consiste nell'osservazione *in situ* della comunità macrofittica, valutando la copertura totale della comunità presente nella stazione e le coperture in percentuale dei singoli *taxa* rinvenuti. Contestualmente al campionamento di macrofite, effettuato percorrendo a zig zag il tratto di corpo idrico, vengono rilevati parametri stazionali (tra cui ampiezza dell'alveo bagnato, profondità dell'acqua, granulometria prevalente, condizioni idrologiche, vegetazione delle rive, uso del suolo nel territorio circostante) utilizzando un'apposita scheda di campionamento (Minciardi *et al.*, 2003) Si procede ad un campionamento secondo la modalità prevista dal metodo e conforme alla norma UNI EN 14184:2004 CEN ed al protocollo nazionale di campionamento (APAT, 2007). Segue un primo riconoscimento in campo dei singoli *taxa*, che deve essere confermato da una successiva determinazione in laboratorio. La copertura percentuale dei singoli *taxa* deve essere successivamente proporzionata al valore di copertura totale delle macrofite presenti nella stazione al

fine di ottenere un valore di copertura reale di ogni *taxon*. Per poter effettuare il calcolo dell'IBMR è necessario tradurre i valori di copertura reale nei corrispondenti coefficienti di copertura previsti dal metodo, secondo la tabella di conversione seguente:

COPERTURA REALE	COEFFICIENTI DI COPERTURA	SIGNIFICATO SECONDO IBMR
< 0,1	1	solo presenza
0,1 ≤ cop < 1	2	copertura scarsa
0,1 ≤ cop < 10	3	copertura discreta
10 ≤ cop < 50	4	copertura buona
≤ 50	5	copertura alta

**TABELLA 9-7 COEFFICIENTI DI COPERTURA PER IL CALCOLO IBMR**

Alle specie a cui, nell'ambito del rilievo stazionario, verrà attribuito un valore di copertura + (ovvero, quelle per le quali è stata rilevata la sola presenza) dovrà essere associato il coefficiente di copertura 1, in accordo con il significato attribuito al coefficiente di copertura 1 dallo stesso IBMR.

### Calcolo indice macrofitico

Il calcolo dell'IBMR per la stazione di campionamento si effettua secondo il seguente algoritmo:

$$IBMR = \sum_i^n [ E_i K_i C_i ] / \sum_i^n [ E_i K_i ]$$

dove:

$E_i$  = coefficiente di stenoecia

$K_i$  = coefficiente di copertura

$C_i$  = coefficiente di sensibilità

$n$  = numero dei *taxa* indicatori

L'elenco dei *taxa* indicatori, comprendente organismi autotrofi, alghe, licheni, briofite, pteridofite e angiosperme è composta da 210 *taxa* (2 *taxa* fungini, 44 *taxa* algali, 2 specie di licheni, 15 specie di epatiche, 37 specie di muschi, 3 felci e 107 specie di angiosperme), a ciascuno di essi è associato un coefficiente di sensibilità  $C_{si}$  e un coefficiente di stenoecia  $E_i$ .

Sulla base del valore numerico assunto dall'IBMR è possibile classificare la stazione in termini di livello trofico secondo cinque livelli di trofia (Molto Lieve, Lieve, Media, Elevata, Molto Elevata) come descritto nella tabella seguente:

VALORE IBMR	LIVELLO TROFICO	COLORE CONVENZIONALE
IBMR > 14	Molto Basso	Azzurro
12 < IBMR ≤ 14	Basso	Verde
10 < IBMR ≤ 12	Medio	Giallo
8 < IBMR ≤ 10	Elevato	Arancione
IBMR ≤ 8	Molto Elevato	Rosso

TABELLA 9-8 CLASSI DI LIVELLO TROFICO ESPRESSE DALL'INDICE MACROFITICO

#### 9.2.4. CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Si prevede l'esecuzione, per tutte e le tre metofiche individuate per il monitoraggio dell'ecosistema fluviale, il monitoraggio in una unica stazione per ogni corso d'acqua interferito (Torrente Oriolo, Roggia Zubana, Fiume Bacchiglione), prevedendo due ripetizioni per anno di monitoraggio una in periodo primaverile e una periodo estivo.

#### 9.2.5. FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

Lo scopo del monitoraggio Ante Operam (AO) è quello di determinare le caratteristiche quali-quantitative dell'ecosistema acquatico in modo da utilizzare i parametri rilevati per valutare eventuali discostamenti riconducibili alla realizzazione dell'opera e prevede azioni per ristabilire le condizioni preesistenti. La frequenza di campionamento in AO è semestrale da eseguire in periodo primaverile e tardoestivo in corrispondenza del Torrente Oriolo, della Roggia Zubana e del Fiume Bacchiglione. È comunque indispensabile che i campionamenti siano programmati in modo da poter effettuare i rilievi in condizioni idrologiche idonee per la corretta esecuzione dei campionamenti.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera e in Post Operam (PO) ha lo scopo di verificare l'insorgere di eventuali modifiche/alterazioni rilevate nella fase precedente, correlabili alle attività di costruzione ed esercizio dell'infrastruttura ed il buon esito e l'efficacia degli interventi di mitigazione previsti. Il monitoraggio in fase di CO è previsto per tutta la durata del cantiere, in fase di PO il monitoraggio verrà proseguito per 2 anni dopo la chiusura dei cantieri e la messa in opera degli interventi di mitigazione.

Codice Punto	Metodica	AO			CO			PO		
		Durata AO (anni)	Rilievi/Anno AO	TOT AO	Durata CO (anni)	Rilievi/Anno CO	TOT CO	Durata PO (anni)	Rilievi/Anno PO	TOT PO
ECO_01	ECO_A	1	2	2	2	2	4	2	2	4
ECO_02	ECO_A	1	2	2	2	2	4	2	2	4
ECO_03	ECO_A	1	2	2	2	2	4	2	2	4
ECO_04	ECO_B	1	2	2	2	2	4	2	2	4
ECO_05	ECO_B	1	2	2	2	2	4	2	2	4
ECO_06	ECO_B	1	2	2	2	2	4	2	2	4
ECO_07	ECO_C	1	2	2	2	2	4	2	2	4
ECO_08	ECO_C	1	2	2	2	2	4	2	2	4
ECO_09	ECO_C	1	2	2	2	2	4	2	2	4

**TABELLA 9-9 FREQUENZE E DURATE DI MONITORAGGIO**

## 10. VIBRAZIONI

---

Nella presente sezione è affrontata una analisi degli effetti dell'intervento sulla componente vibrazioni, secondo quanto emerso dallo SIA, e successivamente vengono indicate localizzazione e articolazione dei monitoraggi previsti al fine di controllare il rispetto dei limiti indicati dalla normativa tecnica.

### 10.1. OBIETTIVI E FINALITÀ

---

Il monitoraggio ambientale delle vibrazioni ha come obiettivo di verificare che i ricettori interessati dalla realizzazione dell'infrastruttura siano soggetti a livelli vibrazionali in linea con le previsioni progettuali e con gli standard di riferimento. Le vibrazioni possono provocare disturbo alla popolazione o danni alle costruzioni ed ai manufatti sia per la loro propagazione alle strutture, attraverso i terreni, sia per gli assestamenti del terreno e quindi per eventuali suoi cedimenti. Inoltre, dal momento che gli assestamenti diminuiscono allontanandosi dalla sorgente delle vibrazioni, i cedimenti prodotti lungo una costruzione non sono uniformi e portano a inclinazioni e danni alle sovrastrutture.

L'obiettivo principale del monitoraggio delle vibrazioni è, quindi, quello di verificare le condizioni di criticità ed in particolare la compatibilità con gli standard di riferimento riguardo gli effetti:

- sulla popolazione, per la stima del possibile disturbo ("annoyance");
- sugli edifici, per quello che riguarda i possibili danni materiali alle strutture.

Poiché al momento non esiste una legislazione nazionale di riferimento, la valutazione di impatto deve essere eseguita facendo riferimento alla normativa tecnica: la ISO 2631/UNI 9614 per il disturbo alle persone, la UNI 9916 per i possibili danni alle strutture. Negli edifici prossimi a strade ed autostrade con flussi di traffico pesante significativi possono, infatti, registrarsi livelli di accelerazione prossimi ai limiti UNI 9614, soprattutto in presenza di pavimentazioni in cattivo stato di manutenzione, giunti, condotte interrato passanti al di sotto della carreggiata, etc. Nel caso di sorgenti fisse (come ad esempio le attrezzature o gli impianti fissi di cantiere), invece, il problema consiste nella corretta progettazione e realizzazione del supporto della macchina o impianto che genera le vibrazioni. Tale aspetto è generalmente curato direttamente dal costruttore della macchina o dell'impianto.

La finalità del monitoraggio consiste, allora, nell'individuare la fascia di territorio, di potenziale impatto, situata a cavallo del tracciato, in base ai seguenti fattori:

- livelli di emissione delle diverse sorgenti (mezzi di cantiere, macchine da cantiere, ecc.);
- tipo di opera da realizzare prevista dal progetto (rilevato, viadotto, trincea, galleria,...);
- geolitologia del terreno;
- tipologia e classe di sensibilità dei ricettori interessati.

Su tali aree sensibili il monitoraggio permetterà di valutare lo stato di criticità pregresso e i livelli vibrazionali antecedenti all'inizio delle lavorazioni e/o alla presenza di traffico. Con il monitoraggio in fase di Corso d'opera e Post Operam, sarà, invece, possibile, verificare le previsioni effettuate in fase di progettazione nello Studio di Impatto Ambientale e confrontare i risultati con i valori limite citati nella normativa tecnica di riferimento.

Nella tabella seguente sono riportate le attività e le macrolavorazioni durante le quali è lecito attendersi un aumento dei livelli vibrazionali nell'area limitrofa alla sorgente.

<b>FASE DI CANTIERE</b>	UTILIZZO MACCHINARI PER IL COSTIPAMENTO	CANTIERI OPERATIVI
	TRANSITO VEICOLI	VIABILITÀ DI CANTIERE
	STRUMENTI, MACCHINARI E MEZZI PESANTI	CORPO STRADALE
	INFISSIONE O TRIVELLAZIONE PALI	PONTI E VIADOTTI
	MACCHINARI PER REALIZZAZIONE PALI	PONTI E VIADOTTI
	MACCHINARI PER SCAVO	OPERE D'ARTE MINORI
	MACCHINARI PER INFISSIONE PALANCOLE	OPERE D'ARTE MINORI
<b>FASE DI ESERCIZIO</b>	TRANSITO VEICOLI	TRANSITO VEICOLI

**TABELLA 10-1 IDENTIFICAZIONE FASI E AZIONI DI IMPATTO – VIBRAZIONI**

## 10.2. TIPOLOGIE DI MISURAZIONI

Per definire le tipologie di misurazioni bisogna innanzitutto tenere in considerazione che la normativa succitata stabilisce che soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici.

Ne consegue che all'interno degli edifici da monitorarsi non è necessario eseguire 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.

La stessa normativa tecnica definisce riguardo alla durata dei rilievi, che deve essere valutata in funzione delle caratteristiche delle vibrazioni; in particolare:

- nel caso di vibrazioni di tipo continuo e stazionario, la misura deve essere effettuata in un periodo di tempo rappresentativo;
- nel caso di vibrazioni di tipo ciclico e ripetitivo di breve periodo, la durata di misura deve comprendere un numero sufficiente di cicli;
- nel caso di vibrazioni di tipo ciclico e ripetitivo di medio e lungo periodo, la durata di misura deve comprendere almeno un ciclo completo;

- nel caso di vibrazioni di tipo variabile, la durata della misurazione deve essere tale da ottenere dati rappresentativi del fenomeno in esame. Qualora le sorgenti immettano vibrazioni di entità differente a seconda dei diversi periodi della giornata, i rilievi devono essere effettuati nel periodo in cui le vibrazioni sono più elevate. Può essere utile eseguire i rilievi anche in ciascuno di tali periodi.

Nel caso sia delle vibrazioni legate al traffico veicolare, sia delle lavorazioni effettuate nelle aree di cantiere e presso il fronte avanzamento dei lavori, non si può stabilire a prescindere la stazionarietà né la ripetitività del fenomeno vibratorio, che anche in casi particolari di attività che si potrebbero considerare cicliche, la sovrapposizione con altre lavorazioni o con l'utilizzo di altri macchinari non rende applicabile quanto previsto dalla norma per il caso particolare.

Pertanto, è buona norma prevedere comunque come unica tecnica di monitoraggio misure della durata di 24 ore che, per il caso di vibrazioni di tipo variabile, permettono di caratterizzare tutti gli eventi a intensità diverse e consentono anche sempre di avere un livello di "bianco" rappresentato dalle ore della giornata in cui non sono attive le lavorazioni.

La distinzione tra tipologie di monitoraggio riguarda pertanto la localizzazione dei punti di monitoraggio e la sorgente del fenomeno vibratorio, in base al quale verranno definite frequenze diverse di monitoraggio e parametri aggiuntivi di misura per la corretta interpretazione dei dati ottenuti. Si devono, quindi, prevedere:

- **Misure per il monitoraggio delle attività di cantiere VIB\_C:** presso i cantieri operativi e le aree di stoccaggio dove sono utilizzati macchinari ed effettuate lavorazioni che incrementano il livello pregresso di vibrazioni percettibili nei ricettori limitrofi;
- **Misure per il monitoraggio delle attività presso il fronte avanzamento lavori VIB\_FL:** presso i ricettori limitrofi al fronte avanzamento lavori, dove sono previste lavorazioni particolarmente impattanti da monitorare per l'intera durata delle stesse.
- **Misure per il monitoraggio della viabilità di cantiere VIB\_TC:** presso i ricettori posti in una fascia rispetto all'asse della viabilità di cantiere dove è prevedibile che il transito dei mezzi pesanti sulla viabilità possa incrementare i livelli vibratorii negli edifici.
- **Misure per il monitoraggio della viabilità di cantiere VIB\_T:** presso i ricettori posti in una fascia rispetto all'asse della viabilità di progetto in esercizio dove è prevedibile che il transito degli autoveicoli possa incrementare i livelli vibratorii negli edifici.

### 10.3. PARAMETRI DI MONITORAGGIO

---

Come si è proceduto per la componente rumore, di seguito viene esplicitato il set di parametri da monitorare per la misura delle vibrazioni prevista e le misure aggiuntive da affiancare per la corretta interpretazione dei risultati ottenuti.

1	<b>Misura di 24 ore dei livelli vibratori</b>	<p>La tecnica di monitoraggio consiste nel rilevamento delle vibrazioni nel locale del ricettore e nella posizione in cui risultano più elevate, indicativamente, come suggerito nella norma tecnica UNI 11048:2003, nella stanza di lunghezza maggiore, al centro del pavimento.</p> <p>I parametri acustici rilevati in continuo per 24 ore sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• time history del rilievo (aRMS, aRMSw, v) con una risoluzione pari a 1 secondo;</li> <li>• aRMS, aRMSw, relativi all'intero periodo di registrazione;</li> <li>• predisposizione dello spettro di a per l'intero periodo di misura (spettro medio, spettro dei massimi) per i periodi di riferimento diurno e notturno;</li> </ul>
2	<b>Misura di 2 ore dei livelli vibratori</b>	<p>La tecnica di monitoraggio consiste nel rilevamento delle vibrazioni nel locale del ricettore e nella posizione in cui risultano più elevate, indicativamente, come suggerito nella norma tecnica UNI 11048:2003, nella stanza di lunghezza maggiore, al centro del pavimento.</p> <p>I parametri acustici rilevati in continuo per 2 ore sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• time history del rilievo (aRMS, aRMSw, v) con una risoluzione pari a 1 secondo;</li> <li>• aRMS, aRMSw, relativi all'intero periodo di registrazione;</li> <li>• predisposizione dello spettro di a per l'intero periodo di misura (spettro medio, spettro dei massimi) per i periodi di riferimento diurno e notturno;</li> </ul>

**TABELLA 10-2 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI MONITORAGGIO – VIBRAZIONI**

## 10.4. UBICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

In base a quanto emerso dai paragrafi precedenti appaiono piuttosto ovvi i criteri di localizzazione su macroscale dei punti di monitoraggio delle vibrazioni. Si tenga conto che parallelamente a tali criteri vanno considerate le indicazioni per il corretto posizionamento della strumentazione e per il campionamento, riportate sulla normativa a riguardo e sulle norme tecniche relative e vigenti al momento della redazione del Progetto. Tali criteri riguardano il posizionamento su microscala della strumentazione, ossia la corretta disposizione degli strumenti all'interno degli edifici, la scelta dei locali più esposti, etc.

È inoltre opportuno tenere in considerazione, sia per il disturbo alla popolazione, sia per questioni tecniche di allacciamento alla rete elettrica, che i punti di monitoraggio vanno collocati necessariamente in prossimità di ricettori esistenti e che, da un primo censimento o sopralluogo in fase di progettazione, risultino abitati e facilmente raggiungibili con la strumentazione per il monitoraggio.

<b>VIB_C</b>	<i>In corrispondenza di tutti i cantieri operativi e aree di lavorazione se presenti ricettori in prossimità di tali aree</i>
<b>VIB_FL</b>	<i>Sul fronte avanzamento lavori dove previste operazioni ingenti di scavo come viadotti, realizzazione di trincee e rilevati, muri di sostegno, il punto di monitoraggio va collocato presso i ricettori più prossimi al tracciato di progetto</i>
<b>VIB_TC</b>	<i>Sulla viabilità esterna alle aree di cantiere, sui percorsi per/da le cave di approvvigionamento o le discariche di allontanamento finale dei materiali; presso ricettori in prossimità del tracciato di tali viabilità e, se presenti, in corrispondenza di ricettori in centri urbani o agglomerati lungo il percorso</i>
<b>VIB_T</b>	<i>Lungo il tracciato di progetto, presso i ricettori più vicini allo stesso indicati come critici dagli studi dello SIA. Un punto per ciascun tratto omogeneo (prima di svincoli o ingressi e incroci con altre viabilità che ne modificano in modo rilevante il numero di veicoli transitanti), in corrispondenza di aree urbane o piccoli agglomerati se presenti.</i>

**TABELLA 10-3 CRITERI DI LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO – ATMOSFERA**

La localizzazione dei punti d'indagine è stata effettuata in conformità ai criteri descritti precedentemente. Vista la scarsa urbanizzazione del territorio interessato dalle lavorazioni, i ricettori presumibilmente interessati e, quindi, le problematiche relative connesse alle lavorazioni sono, allo stato dell'arte, riconducibili ad un numero minimo. In particolare, il ricettore R24 risulta l'unico potenzialmente esposto alle vibrazioni generate all'interno delle aree operative in occasione della realizzazione di pali e l'avanzamento del FAL.

<b>CODICE PUNTO MONITORAGGIO</b>	<b>LOCALIZZAZIONE</b>
VIBR_01	Ricettore R24

**TABELLA 10-4 LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO**

## **10.5. FREQUENZA E DURATA DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO**

Come anticipato, la durata delle singole misure di monitoraggio della componente vibrazioni, indipendentemente dalla finalità delle stesse, è preferibilmente pari a 24 ore, durata temporale che permette di caratterizzare completamente l'evento considerato e di valutare le variazioni rispetto alla situazione del ricettore, con e senza la sorgente indagata.

Per quanto riguarda la frequenza, invece, il progettista può fare alcune considerazioni relative alla tipologia di monitoraggio prevista. In generale, per ciò che riguarda la propagazione delle vibrazioni non esiste una

vera e propria stagionalità se non quella legata alle variazioni termiche che influenzano la rigidità degli strati superficiali del terreno. È pertanto, in generale, opportuno prevedere misure con cadenza stagionale.

Fanno eccezione le misure che di tipo VIB\_FL, per le quali il monitoraggio deve essere effettuato e programmato in base all'effettiva durata delle lavorazioni e dove, essendo di solito effettuate le lavorazioni più impattanti e presenti le sorgenti maggiormente influenti, è necessario per tale periodo prevedere misure con cadenza più ravvicinata, orientativamente mensili.

Inoltre, è opportuno sia per le misure di tipo VIB\_FL che VIB\_C, che il monitoraggio sia presidiato per almeno 2 ore durante le lavorazioni maggiormente impattanti, in modo da poter correlare direttamente gli eventi registrati dalla strumentazione di monitoraggio con le effettive operazioni di cantiere.

Quindi, il monitoraggio dei ricettori durante le attività di costruzione dell'opera sarà eseguito in stretta correlazione con il cronoprogramma dei lavori, mentre il monitoraggio in post operam, in cui le emissioni di vibrazioni sono dovute principalmente al traffico veicolare sulla nuova viabilità, potrà essere svolto con cadenza stagionale ed affiancato con il conteggio dei veicoli in transito per dare evidenza della correlazione tra i livelli di accelerazione registrati e il carico veicolare presente.

Le misure previste sono riferite al monitoraggio degli effetti delle vibrazioni generati sul ricettore R24 dalle attività di realizzazione dei pali e dal passaggio del fronte di avanzamento lavori, pertanto è stata scelta una metodica di tipo spot la cui cadenza sarà correlata all'attivazione delle sorgenti indicate.

Di seguito un riepilogo di quanto da prevedere per il monitoraggio della componente vibrazioni.

CODICE PUNTO	METODICA	AO			CO			PO		
		DURATA AO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO AO	TOT AO	DURATA CO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO CO	TOT CO	DURATA PO (ANNI)	RILIEVI/ ANNO PO	TOT PO
VIBR_01	C				1	2	2			

**TABELLA 10-5 NUMERO DI RILIEVI NELLE DIVERSE FASI - VIBRAZIONI**