

**S.S. 38 - LOTTO 4: VARIANTE DI TIRANO DALLO SVINCOLO DI STAZZONA (COMPRESO) ALLO SVINCOLO DI LORETO (CON COLLEGAMENTO ALLA DOGANA DI POSCHIAVO)**

**S.S. 38 - LOTTO 4: NODO DI TIRANO -  
TRATTA "A" (SVINCOLO DI BIANZONE - SVINCOLO LA GANDA)  
E TRATTA "B" (SVINCOLO LA GANDA - CAMPONE IN TIRANO)**

**PROGETTO ESECUTIVO**

 <b>STUDIO CORONA</b>  Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4863 W)	 Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-28211	<b>ING. RENATO DEL PRETE</b>  Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	 Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	 Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102
	 Società designata: <b>GA&amp;M</b> Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	<b>SETAC</b> Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	<b>ARKE'</b> INGEGNERIA S.r.l. Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970	<b>DOTT. GEOL. DANILO GALLO</b>  Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588

<b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  Dott. Ing. Giancarlo LUONGO	<b>RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>  Ing. Valerio BAJETTI	<b>GEOLOGO</b>  Dott. Geol. Francesco AMANTIA SCUDERI	<b>IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b>  Ing. Gaetano RANIERI
---	---	---	--

<h1>ED01</h1>	<h2>E - AMBIENTE, PAESAGGIO E TERRITORIO</h2> <h3>ED - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</h3> <h4>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</h4>
---------------	--

<b>CODICE PROGETTO</b> PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG. MI324      E      1801	<b>NOME FILE</b> ED01-T00IA04AMBRE01A.dwg	<b>REVISIONE</b> A	<b>SCALA:</b> ----
<b>CODICE ELAB.</b>	T00IA04AMBRE01	A	----

C					
B					
A	EMISSIONE	GIUGNO 2019	ING. TIZIANA BASTIANELLO	ING. FABRIZIO BAJETTI	ING. VALERIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
1	INTRODUZIONE E CRITERI METODOLOGICI GENERALI .....	4
1.1	Obiettivi e requisiti del monitoraggio ambientale .....	5
1.2	Componenti ambientali oggetto delle indagini .....	5
1.3	Articolazione temporale .....	5
1.4	Controllo e validazione dei dati - Gestione delle emergenze e delle criticità.....	6
1.5	Struttura organizzativa delle attività di monitoraggio .....	6
2	CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO .....	8
3	INQUADRAMENTO DEL PROGETTO E MODALITA' REALIZZATIVE .....	10
4	ATMOSFERA.....	23
4.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo.....	23
4.1.1	Valori guida per il PMA .....	24
4.2	Obiettivi del monitoraggio, strumentazione di misura e parametri da monitorare.....	25
4.2.1	Criteri temporali per gli accertamenti.....	26
4.3	Svolgimento del monitoraggio tipo .....	27
4.4	Criteri di scelta dei punti di monitoraggio.....	27
4.4.1	Localizzazione delle stazioni di monitoraggio.....	29
4.4.2	Programma di monitoraggio.....	30
4.5.1	Riepilogo del piano di misure .....	31
5	AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI.....	32
5.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo.....	32
5.2	Individuazione delle potenziali fattori di impatto .....	33
5.3	Procedura di gestione del cantiere.....	34
5.4	Monitoraggio ante operam .....	36
5.4.1	Parametri da determinare .....	36
5.4.2	Frequenza delle operazioni.....	39
5.5	Monitoraggio in Corso d'Opera .....	39
5.5.1	Parametri da determinare .....	39
5.5.2	Frequenza delle operazioni.....	39
5.6	Monitoraggio Post d'Operam .....	40
5.6.1	Parametri da determinare .....	40
5.6.2	Frequenza delle operazioni.....	40
5.7	Metodologie e strumentazioni .....	40
5.8	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio.....	42
5.9	Riepilogo del piano di misure .....	42
6	AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO.....	43
6.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo.....	43
6.2	Obiettivi del monitoraggio, strumentazione di misura e parametri da monitorare.....	43
6.3	Caratterizzazione dello stato attuale .....	43
6.4	Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio.....	46
6.5	Monitoraggio Ante Operam .....	47
6.5.1	Parametri da determinare .....	48
6.5.2	Frequenza delle operazioni.....	49
6.6	Monitoraggio in Corso d'Opera .....	49
6.6.1	Parametri da determinare .....	49
6.6.2	Frequenza delle operazioni.....	49

6.7	Monitoraggio Post Operam .....	49
6.7.1	Parametri da determinare .....	49
6.7.2	Frequenza delle operazioni.....	50
6.8	Metodologie di rilevamento e campionamento .....	50
6.8.1	Misure di livello – Linee guida .....	50
6.8.2	Prelievo di campioni d’acqua – Linee guida .....	50
6.8.3	Modalità di campionamento .....	53
6.9	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio.....	54
6.10	Riepilogo del piano di misure .....	54
7	SUOLO .....	55
7.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo.....	55
7.2	Rischi di degradazione chimico-fisica del suolo - Interventi per pianificare mitigazione e ripristino .....	56
7.2.1	I rischi.....	56
7.2.2	Gli interventi.....	57
7.3	MONITORAGGIO ANTE OPERAM .....	58
7.3.1	Finalità del monitoraggio Ante Operam.....	58
7.3.2	Parametri da determinare (indagini tipo SUO) .....	58
7.3.3	Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO .....	58
7.4	MONITORAGGIO IN CORSO D’OPERA .....	58
7.4.1	Finalità del monitoraggio CO.....	58
7.4.2	Parametri da determinare .....	59
7.4.3	Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO .....	59
7.5	MONITORAGGIO POST OPERAM .....	59
7.5.1	Finalità del monitoraggio PO.....	59
7.5.2	Parametri da determinare .....	59
7.5.3	Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO .....	59
7.5.4	Metodologie di rilevamento .....	59
7.6	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio.....	62
7.7	Riepilogo del piano di misure .....	63
8	<b>RUMORE</b> .....	64
1.5.2	Quadro di riferimento tecnico e normativo.....	66
1.5.3	Obiettivi del monitoraggio, strumentazione di misura e parametri da monitorare.....	66
1.5.4	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio.....	72
1.5.5	Programma di monitoraggio.....	73
1.5.6	Riepilogo del piano di misure .....	74
9	VIBRAZIONI.....	75
9.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo.....	75
9.1.1	Valori guida per il PMA .....	75
9.1.2	Parametri da monitorare .....	75
9.1.3	Strumentazione di misura .....	76
9.1.4	Modalità di gestione delle varianze .....	76
9.2	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio.....	77
9.2.1	Programma di monitoraggio.....	77
9.2.2	Riepilogo del piano di misure .....	77
10	VEGETAZIONE FLORA, FAUNA, ECOSISTEMI .....	78
10.1	Caratterizzazione dello stato attuale e impatti prevedibili.....	78
10.1.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo.....	79

10.1.2	Metodiche di indagine .....	80
10.1.3	Criteri temporali per gli accertamenti.....	84
10.1.4	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio .....	84
10.1.5	Programma di monitoraggio.....	85
11	STATO FISICO DEI LUOGHI .....	86
11.1	Quadro di riferimento tecnico e normativo .....	86
11.1.1	Legislazione Nazionale .....	86
11.1.2	Legislazione Regione Lombardia.....	86
11.2	Metodiche di indagine .....	87
11.2.1	Indagini conoscitive .....	87
11.2.2	Indagini in campo.....	87
11.3	Monitoraggio Ante Operam .....	88
11.4	Monitoraggio in corso d'opera .....	88
11.5	Monitoraggio Post Operam.....	88
11.6	Definizione puntuale delle stazioni di monitoraggio .....	89
11.7	Programma di monitoraggio .....	89
11.8	Riepilogo del piano di misure .....	89
12	MODALITÀ DI RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO .....	91
3.1	Sistema Informativo Territoriale .....	91
3.1.1	Obiettivi generali del SIT.....	91
3.1.2	Requisiti del Sistema Informativo Territoriale .....	92
3.1.3	Architettura generale del Sistema Informativo Territoriale.....	92
3.2	Modalità di acquisizione ed archiviazione dati.....	94
3.2.1	Acquisizione dati.....	94
3.2.2	Elaborazione dati in forma cartacea.....	95
3.2.3	Elaborazione dati in forma digitale .....	95
3.3	Modalità di diffusione e restituzione dei dati del monitoraggio ambientale.....	96
3.3.1	Diffusione dei dati del monitoraggio .....	96
3.3.2	Rapporti periodici.....	96

## 1 INTRODUZIONE E CRITERI METODOLOGICI GENERALI

Il presente piano di monitoraggio riguarda la realizzazione delle opere relative alla variante di Tirano della S.S.38, nella tratta che compresa tra lo svincolo di Brianzone, in prossimità di Villa di Tirano, e lo svincolo di Campone in Tirano.

Il progetto di monitoraggio ambientale è stato redatto tenendo conto delle prescrizioni contenute nell'allegato B della Deliberazione della Giunta Regionale della Lombardia n° VII/17169 del 16 aprile 2004 „Espressione del parere regionale ai sensi del D.Lgs. 190/2002 relativo al progetto definitivo e studio di impatto ambientale“, oltre che delle “Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle opere di cui alla legge Obbiettivo (L. 443/2001)” redatte dalla Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale, del 30/9/2004.

Il monitoraggio si articola in tre fasi: “*ante operam*” prima dell’inizio delle attività di cantiere, per fotografare lo stato dell’ambiente senza infrastruttura; *corso d’opera* durante la realizzazione dell’infrastruttura, dall’apertura dei cantieri fino al loro smantellamento e al ripristino dei siti; “*post operam*” durante le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell’infrastruttura, con durata variabile dall’entrata in funzione dell’opera secondo i parametri indagati.

Correlando le diverse fasi, il monitoraggio valuta l’evoluzione della situazione ambientale e ne garantisce il controllo, verificando le previsioni del Progetto ed il rispetto dei parametri fissati.

Le attività di monitoraggio sono state programmate tenendo conto delle analisi e approfondimenti del Progetto Esecutivo, delle informazioni desunte dagli studi specialistici del Progetto Definitivo..

Nello specifico si è tenuto conto delle prescrizioni, sia generali che specifiche per le varie componenti, contenute nella Delibera CIPE 28.02.2018. In linea generale; :

### Prescrizione 1

- ❖ Prima dell’approvazione del progetto esecutivo il proponente dovrà dettagliare, a partire da quanto già depositato con la documentazione agli atti dell’istruttoria di V.I.A., il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) redatto secondo le linee guida definite dalla Commissione Speciale VIA del Ministero dell’ambiente [4.9.2003 e successive revisioni], presentandolo a Regione Lombardia, Provincia di Sondrio e ARPA Lombardia; il PMA dovrà consentire di verificare e misurare, rispetto a quanto previsto nello S.I.A., le modifiche determinate dalla realizzazione del progetto sulle componenti biotiche ed abiotiche dell’ambiente e la loro evoluzione nel tempo, nonché individuare eventuali elementi non previsti e consentire la segnalazione di criticità per l’ambiente e la tempestiva definizione e messa in atto delle conseguenti misure di contenimento; esso dovrà pertanto essere riferito alle fasi ante operam (AO), di cantierizzazione (corso d’opera CO) e post operam (PO). (1.6.1)

### Prescrizione 2

- ❖ Fatta salva l’osservanza di quanto previsto dalle suddette linee guida, i contenuti del PMA e le modalità di svolgimento delle attività collegate [definizione in dettaglio delle componenti ambientali interessate, parametri da analizzare, stazioni di misura, modalità e frequenze di prelievo o misurazione, frequenza e modalità di redazione e trasmissione dei report periodici, ecc.] dovranno essere definiti dal proponente in accordo con i soggetti sopra richiamati. La redazione di dettaglio del PMA dovrà tenere conto, nello sviluppo di quanto già proposto nello S.I.A., delle considerazioni e indicazioni emerse nella fase istruttoria di V.I.A., in merito ai diversi fattori e componenti ambientali; a tale scopo Regione Lombardia fornirà al proponente i documenti tecnici agli atti dell’istruttoria, redatti dai componenti del gruppo di lavoro per l’istruttoria. (1.6.2)

## 1.1 OBIETTIVI E REQUISITI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Monitoraggio Ambientale ha il compito di:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto;
- valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- rilevare e segnalare con tempestività situazioni impreviste o criticità;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- fornire elementi per successive verifiche e controlli da parte delle Autorità competenti.

Particolare attenzione è stata inoltre dedicata alla scelta di indicatori e parametri facilmente misurabili e affidabili e basati su metodiche di misura consolidate e di dimostrato rigore tecnico-scientifico.

Il presente piano prevede oltre alla verifica in corso d'opera, anche la effettuazioni di indagini specialistiche prima dell'apertura dei cantieri (monitoraggio ante operam) che al termine delle attività (monitoraggio post operam). In quest'ultimo caso le verifiche strumentali saranno anche di ausilio al collaudo degli interventi di mitigazione.

## 1.2 COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DELLE INDAGINI

Tenendo conto della significatività delle componenti così come riportate nel SIA, il Progetto di Monitoraggio di seguito illustrato riguarda nello specifico le seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera (ATMO)
- Ambiente Idrico: Acque Superficiali (ASU)
- Ambiente Idrico: Acque Sotterranee (ASO)
- Suolo e Sottosuolo (SUO)
- Rumore (RUM)
- Vibrazioni (VIB)
- Vegetazione esistente, Flora e Fauna, Ecosistemi (VFF)
- Paesaggio e Stato fisico dei luoghi (SFL)

Per ciascuna delle componenti sono state operate analisi di base e definiti criteri e metodologie di intervento, aree o punti di indagine sul territorio in riferimento ai ricettori sensibili, metodiche e strumentazioni per le misure ed i controlli, criteri di programmazione spazio-temporale delle attività e per la restituzione e consultazione dei dati del monitoraggio.

I criteri di scelta delle stazioni di monitoraggio, propri di ciascuna disciplina specialistica, sono stati riportati nei relativi capitoli.

La posizione delle stazioni di monitoraggio è rappresentata nella Planimetria con ubicazione dei punti di misura che è parte integrante del presente PMA.

## 1.3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE

Nell'ambito di tutte le componenti il monitoraggio è articolato nelle tre fasi:

- ante operam (**AO**), comprendente le attività di monitoraggio sul tracciato di progetto, nelle aree di cantiere e sulla viabilità interferita;
- in corso d'opera (**CO**), comprendente le attività di monitoraggio sulle aree di cantiere, sul fronte di avanzamento dei lavori e sulla viabilità interferita, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti;

- post operam (**PO**), comprendente le attività di monitoraggio sulla nuova infrastruttura in esercizio.

L'attività di monitoraggio in fase AO sarà in ogni caso preceduta da una esaustiva analisi bibliografica della letteratura scientifica o di altra documentazione disponibile relativamente a ciascuna delle componenti ambientali, al fine di raccogliere dati e informazioni prodotte sino al momento dell'attivazione del progetto nella zona interessata. Sarà inoltrata alle Autorità locali competenti, qualora necessario, una specifica richiesta per disporre di dati ambientali da altre fonti e reti di monitoraggio locale in corso.

#### 1.4 CONTROLLO E VALIDAZIONE DEI DATI - GESTIONE DELLE EMERGENZE E DELLE CRITICITÀ

Tutti i dati raccolti nelle campagne di misura dovranno essere sottoposti a processi di controllo e validazione, alcuni operanti in modo automatico nell'ambito dei sistemi di acquisizione, altri appositamente predisposti. Solo in seguito a tali processi i dati saranno organizzati e trattati.

Per garantire la qualità del dato, sono previste inoltre specifiche procedure di calibrazione e manutenzione delle strumentazioni.

Il Monitoraggio dovrà contemplare specifiche procedure per il superamento di emergenze o criticità (ad es. superamento limiti di attenzione o allarme, ecc.) e per la segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie. In tali evenienze saranno attivate procedure di verifica per confermare e valutare lo stato di alterazione nonché le attività di indagine per la definizione delle cause. Definite queste si dovrà dar luogo alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi non prevedibili.

Le soglie di attenzione e di allarme, laddove non normate, saranno definite in accordo con ARPAL prima dell'avvio dei cantieri.

#### 1.5 STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Per la corretta esecuzione delle attività di monitoraggio ed il necessario coordinamento delle diverse fasi, si ritiene opportuno impiegare le figure professionali di seguito indicate nella seguente Tabella.

RUOLO	PROFESSIONALITÀ
RESPONSABILE GENERALE	Laurea tecnica con esperienza specifica in monitoraggi e gestione e coordinamento di lavori complessi e SIA
RESPONSABILE AMBIENTE IDRICO	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio – Idraulica
RESPONSABILE SUOLO E SOTTOSUOLO	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio – Geologia
RESPONSABILE ATMOSFERA	Laurea tecnica - Abilitazione ed esperienza professionale in materia di impatto atmosferico
RESPONSABILE RUMORE	Laurea tecnica - Tecnico competente (L.447/95)
RESPONSABILE VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA - ECOSISTEMI	Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio - Scienze naturali o biologiche - Agraria - Scienze Forestali e Ambientali, ecc.
CONSULENTE SPECIALISTICO 1	Esperto in Data Base e sistemi informativi
SUPPORTO OPERATIVO (STAF)	Varie

Il responsabile GENERALE del Monitoraggio avrà i seguenti compiti:

- attività di interfaccia nei confronti dell'ANAS e delle altre Autorità coinvolte o preposte al controllo;
- coordinamento tecnico dell'attività e verifica della rispondenza delle attività a quanto previsto dal PMA;
- controllo del flusso delle informazioni;
- produzione di report periodici;
- segnalazione all'ANAS ed alle Autorità coinvolte o preposte al controllo di situazioni di allarme a seguito dei risultati dei monitoraggi.

Con l'ausilio degli altri responsabili settoriali il Responsabile del Monitoraggio avrà inoltre il compito di:

- aggiornare, dandone comunicazione all'ANAS ed alle Autorità coinvolte o preposte al controllo, il PMA nel caso di eventi che richiedano modifiche di quanto previsto in questa sede qualora se ne rilevasse la necessità, anche in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale;
- garantire il rispetto del programma temporale delle attività del PMA e degli eventuali aggiornamenti;
- coordinare gli esperti ed i tecnici addetti all'esecuzione delle indagini e dei rilievi in campo;
- coordinare le attività relative alle analisi di laboratorio;
- interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura;
- effettuare tutte le ulteriori elaborazioni necessarie alla leggibilità ed interpretazione dei risultati;
- assicurare il corretto inserimento dei dati e dei risultati delle elaborazioni nel sistema informativo del PMA.



## 2 CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO

Il territorio interessato dalle opere in progetto ricade interamente nella provincia di Sondrio; nello specifico è per lo più ricompreso nei territori dei comuni di Bianzone, Villa di Tirano e Tirano.



FIGURA 1 – INQUADRAMENTO DEL PROGETTO NEL TERRITORIO

Come evidenza dall'inquadrimento su ortofoto riportato in figura, l'area presenta una vocazione prevalentemente agricola con scarsa presenza di edificazione ad eccezione degli agglomerati urbani che comunque non risultano interessati dalle opere, ma con ricca presenza di elementi naturali quali fiumi, torrenti e aree boschive.

Per quanto riguarda l'analisi dei vincoli paesaggistici, come si evince dall'estratto desunto dal SITAP riportato in figura, risultano interferite le aree tutelate ai sensi dell'ex art. 142 c. 1 lett. a), b), c) del D.Lgs 42/2004 costituite dalla fascia di rispetto del Fiume Adda e del Torrente Poschiavino. Risulta altresì interferita un'area boscata tutelata ai sensi dell'art. 142 c. 1 lettera g) del Codice.

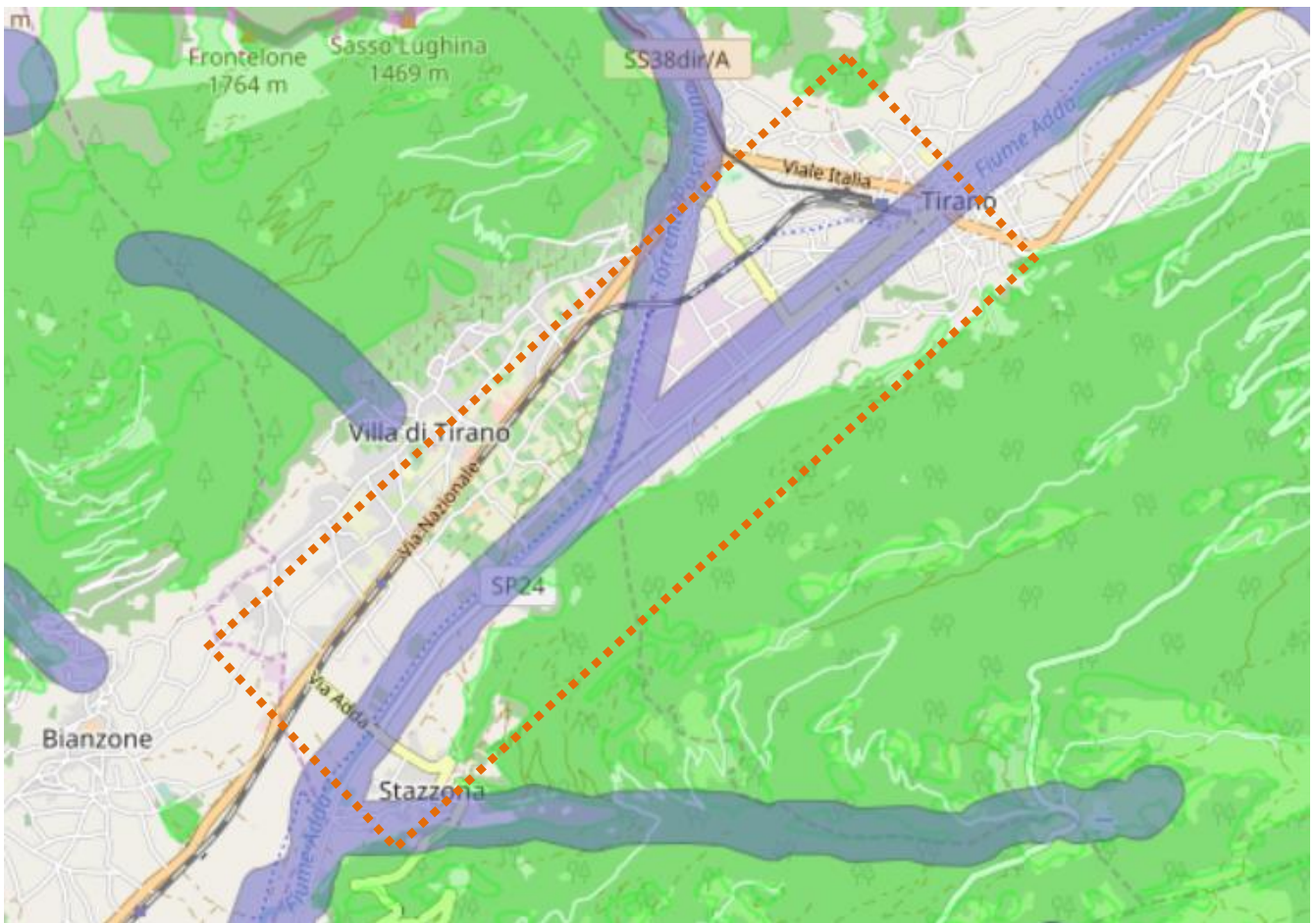


FIGURA 2 – ESTRATTO DEI VINCOLI PAESAGGISTICI DAL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE AMBIENTALE PAESAGGISTICO (SITAP) DEL MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI

In questo contesto assume particolare rilevanza per le acque superficiali il bacino idrografico dell'Adda sopralacuale. Relativamente alla porzione di territorio interessata dalle opere si segnala in particolare la presenza di 2 corsi d'acqua importanti:

- il Rio Poschiavino sul versante retico, confluisce nell'Adda al confine comunale di Tirano e Villa Tirano, ha larghezza nel tratto di interesse di circa 20 m.
- Il Fosso Rivalone sul versante orobico, confluisce nell'Adda nel comune di Villa di Tirano.

Per quanto concerne invece le acque sotterranee si evidenzia la presenza di tre falde acquifere:

- una falda freatica di fondovalle che si imposta nei depositi alluvionali del fiume Adda, ad elevata permeabilità, ed è alimentata principalmente dal fiume stesso e secondariamente dagli apporti provenienti dai versanti;
- una falda in roccia impostata lungo le zone di intensa fratturazione del basamento roccioso che favorisce l'infiltrazione in profondità delle acque di ruscellamento superficiale;
- una falda a carattere stagionale che si può impostare durante i periodi a più elevata piovosità o durante lo scioglimento delle nevi al contatto tra i tratti di basamento roccioso fratturato e le più permeabili coperture glaciali.

### 3 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO E MODALITA' REALIZZATIVE

L'intervento ha per oggetto la realizzazione della variante di Tirano lungo la SS38 della Valtellina. L'esecuzione di questa variante stradale renderà possibile evitare l'attraversamento del centro urbano di Tirano che, ad oggi, costituisce un impedimento alla fluidità del traffico di attraversamento lungo la SS38 e, per contro, genera un notevole impatto nel contesto cittadino. Il progetto esecutivo è stato sviluppato a partire dalle soluzioni contenute nel progetto definitivo che prevede la realizzazione di un'asta stradale della lunghezza di oltre 6 km, dei quali circa 1100 m circa in trincea, 140 m su viadotto (di attraversamento del fiume Adda), 1500 m in galleria e la rimanente parte su rilevato. In quest'ultimo caso, al fine di limitare l'occupazione del territorio, è stato scelto di rinforzare il terrapieno in modo da portare le scarpate ad avere angoli di inclinazione elevati. Il tratto in terra rinforzata si sviluppa per circa 450 m. I rimanenti 2800 si sviluppano su rilevato ordinario che, quando corre lungo le zone di esondazione o di deflusso, ha sempre una quota superiore rispetto al massimo livello raggiungibile dalle acque in accordo agli studi idraulici. Lungo il tracciato verranno realizzate 4 rotonde di svincolo: la prima in ingresso in prossimità di Villa di Tirano che costituisce l'opera di accesso alla variante, la seconda lungo la strada per Stazzona, la terza associata alle opere di svincolo per Tirano e l'ultima a fine tracciato in località Campone. L'asta viaria si completa con la realizzazione di un nuovo ponte sull'Adda annesso allo svincolo di Tirano, ed a una serie di viabilità di ricucitura e/o di servizio con funzione di collegamento delle viabilità interrotte con la realizzazione della variante.

Per la realizzazione delle opere in progetto si prevedere un tempo complessivo di 1915 giorni naturali e consecutivi, pari a circa 5,25 anni.

Il programma dei lavori è strutturato seguendo una suddivisione delle lavorazioni secondo l'ordine ordine crescente delle progressive. Nello specifico, il cantiere è stato suddiviso in 7 unità localizzate, 4 delle quali (unità 1, unità 2, unità 4, unità 6) prevedono l'apertura nei primi 6 mesi dall'apertura del cantiere.

Tali unità di riferimento, definite "unità di macrocantierizzazione", comprendono:

#### Unità di macrocantierizzazione 1

si riferisce alle trincee di inizio lotto inclusi i due sottovia di attraversamento della ferrovia e della SS38 ed al rilevato fino alla spalla del ponte sull'Adda e precisamente:

- corpo stradale in trincea, incluse le opere di sostegno, dalla progr. 0+000 alla progr. 0+157 circa;
- sottopasso alla SS38 della Valtellina alla progr. 0+177 circa;
- sottopasso alla Ferrovia alla prog. 0+234 circa e opere da prog. 0+200 circa a prog. 0+292 circa;
- corpo stradale in trincea, incluse le opere di sostegno, dalla prog. 0+292 circa alla prog. 0+426 circa e sottopasso scatolare;
- corpo stradale in rilevato, incluse le opere minori, dalla progr. 0+426 circa alla progr.0+613 circa;

#### Unità di macrocantierizzazione 2:

fanno parte di questa unità i due ponti sull'Adda, le opere lungo linea, nonché la viabilità secondaria e i rilevati lungo linea, inclusi quelli per lo svincolo di Tirano, ed il rilevato in terra rinforzata oltre lo svincolo. In ordine crescente delle progressive si avranno pertanto le seguenti lavorazioni:

- ponte "Adda 1", in corrispondenza di Stazzona, da progr. 0+613 a progr. 0+768;

- corpo stradale in rilevato, incluse le opere minori, dalla progr 0+793 circa alla prog. 2+865;
- corpo stradale in rilevato per lo svincolo di Tirano, incluse opere minori, da 2+865 a 3+745 circa;
- ponte “Adda 2” in corrispondenza dello svincolo di Tirano e rilevati di approccio;
- corpo stradale eseguito in terra rinforzata tra progr. 3+745 e progr. 4+212;

#### Unità di macrocantierizzazione 3:

fa capo alla realizzazione della galleria Artificiale denominata “il Dosso 1”.

#### Unità di macrocantierizzazione 4

riguarda la realizzazione delle opere eseguibili dall’imbocco Ovest della galleria naturale denominata “il Dosso 2” e lo scavo della galleria eseguito da tale imbocco.

#### Unità di macrocantierizzazione 5

riguarda la realizzazione delle opere eseguibili dall’imbocco Est della galleria naturale denominata “il Dosso 2” e lo scavo della galleria eseguito da tale imbocco, compreso il sottopasso alla SP 26 “Panoramica” a progr. 6+248 circa, le trincee di fine lotto.

#### Unità di macrocantierizzazione 6

raggruppa le rotonde di svincolo di Campone, Villa di Tirano e Stazzona e rami di connessione alla viabilità esistente.

#### Unità di macrocantierizzazione 7

comprende le pavimentazione, la segnaletica e le barriere e le opere a verde.

Il sistema di cantierizzazione previsto prevede quattro tipologie di cantiere:

- Cantiere Base: ospita i prefabbricati e le attrezzature necessarie per il controllo, la direzione dei lavori e l'alloggiamento degli operai e svolge la funzione di cantiere-appoggio per alcune lavorazioni;
- Cantiere di Servizio: svolge la funzione di cantiere-appoggio permettendo la realizzazione di attività di servizio per le lavorazioni (trattamento materiali, produzione calcestruzzo, ecc...);
- Area di stoccaggio e deposito: svolge la funzione di stoccaggio e deposito temporaneo dei materiali inerti;
- Cantiere Operativo: svolge la sola funzione di cantiere-appoggio per le lavorazioni.

Nello specifico sono state individuate (vedi Localizzazione dei cantieri):

- n. 2 aree di Cantiere Base poste in adiacenza (colore ciano in figura);
- n. 1 Cantiere di Servizio è ubicato in prossimità dello svincolo per Tirano con funzione di supportare i cantieri operativi e di ospitare l'impianto di betonaggio a servizio degli stessi (colore giallo in figura);
- n. 1 Area di Stoccaggio collocata in prossimità dell'inizio del lotto e quindi dei cantieri base B1 e B2, in un'area compresa tra la linea ferroviaria esistente ed il fiume Adda (colore arancio in figura).
- n. 6 aree di cantiere operativo distribuite in prossimità delle opere principali (colore magenta in

figura):

- Cantiere Operativo Sottopasso Ferroviario
- Cantiere Operativo Ponte Adda 1 suddiviso in due aree sulle rispettive sponde
- Cantiere Operativo Ponte Adda 2 e Svincolo di Tirano
- Cantiere Operativo Galleria Artificiale
- Cantiere Operativo Galleria Naturale Imbocco Ovest
- Cantiere Operativo Galleria Naturale Imbocco Est

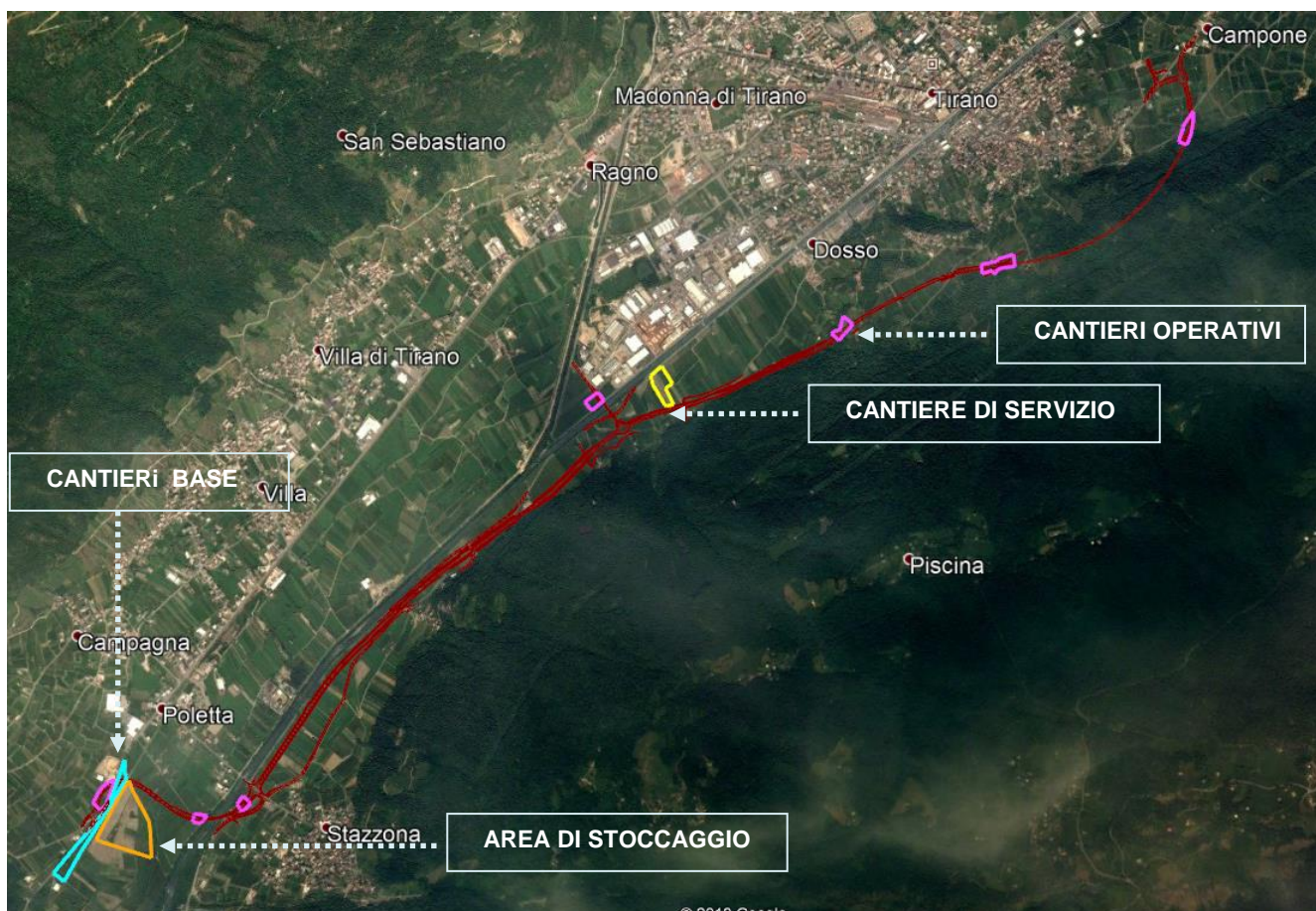
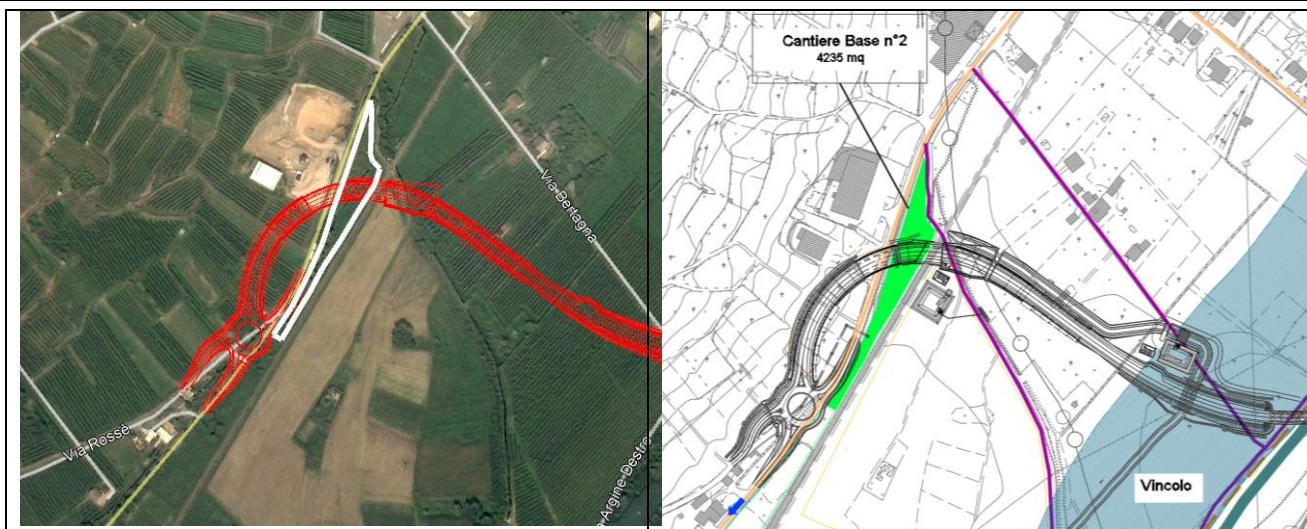


TABELLA 1 – LOCALIZZAZIONE DEI CANTIERI

Per ciascuna area di cantiere è stata redatta una apposita scheda di sintesi in cui sono riportati i dati di localizzazione, gli accessi, la destinazione d'uso e i vincoli, nonché lo stato d'uso attuale e le modalità di restituzione delle aree al termine dei lavori.

<b>CANTIERE BASE B1</b>	
<i>Comune</i>	BIANZONE
<i>Localizzazione</i>	Villa di Tirano
<i>Accessi</i>	S.S.38 dello Stelvio in prossimità di Via Colombini
<i>Superficie</i>	11.120 mq
<i>Uso attuale del suolo</i>	Area agricola forestale: Robinieto
<i>Destinazione urbanistica</i>	Area agricola / Rispetto stradale
<i>Presenza di vincoli</i>	Adiacente ma non interferente al vincolo paesaggistico dei corsi di acqua pubblici e relative sponde art. 142 lett. c D.Lgs. 42/04 (già L. 431/85): Fascia di rispetto del Torrente Valmaggore di Villa.
<i>Attrezzature</i>	Attrezzature per il controllo, direzione lavori, alloggiamento degli operai, per la funzione di cantiere-appoggio di alcune lavorazioni; Alloggi per il personale, Mensa e cucina, Sala ricreativa, Locale formazione, Uffici, Presidio di Pronto Soccorso, deposito e lavanderia.
<i>Ripristino previsto</i>	Opere a verde: prato e fascia alto arbustiva.

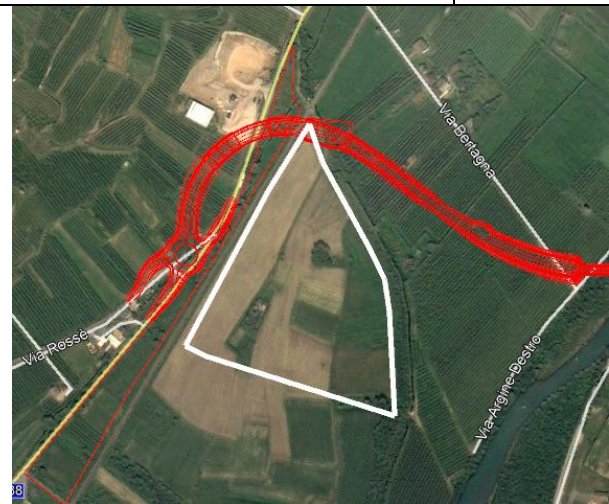
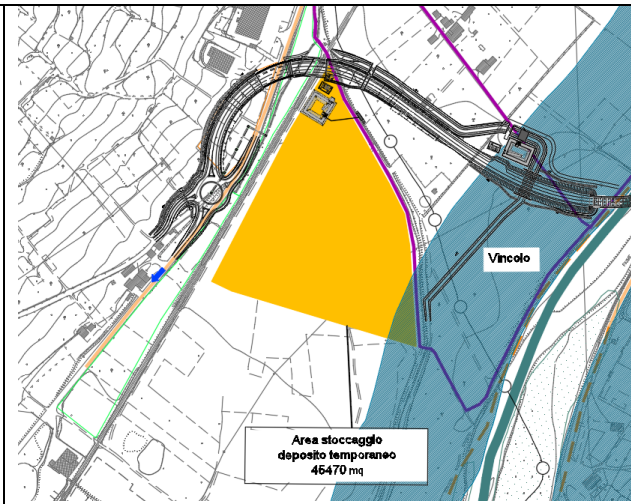
<b>CANTIERE BASE B2</b>	
<i>Comune</i>	BIANZONE
<i>Localizzazione</i>	Villa Tirano
<i>Accessi</i>	S.S.38 dello Stelvio in prossimità di Via Colombini
<i>Superficie</i>	4.235 mq
<i>Uso attuale del suolo</i>	Area agricola forestale: Robinieto, frutteti e frutti minori
<i>Destinazione P.U.C./P.R.G</i>	Area di rispetto stradale / area artigianale di completamento con obbligo di convenzione / Area per parcheggi pubblici / Area artigianale di completamento
<i>Presenza di vincoli</i>	Interferente con il vincolo paesaggistico dei corsi di acqua pubblici e relative sponde art. 142 lett. c D.Lgs. 42/04 (già L. 431/85): Fascia di rispetto del Torrente Valmaggore di Villa.
<i>Attrezzature</i>	Inizialmente saranno qui utilizzate attrezzature per la deviazione temporanea della SS38 e la rotatoria di accesso all'ipermercato, successivamente saranno utilizzate attrezzature per parcheggio mezzi e deposito materiali.
<i>Ripristino previsto</i>	Opere a verde: prato / fascia alto arbustiva



<b>CANTIERE DI SERVIZIO</b>	
<i>Comune</i>	TIRANO
<i>Localizzazione</i>	Villa Tirano
<i>Accessi</i>	Svincolo per Tirano
<i>Superficie</i>	9.200 mq
<i>Uso attuale del suolo</i>	Area agricola forestale: frutteti e frutti minori
<i>Destinazione P.U.C./P.R.G</i>	Area agricola boschiva Zona E1
<i>Presenza di vincoli</i>	Interferente con il vincolo paesaggistico dei corsi di acqua pubblici e relative sponde art. 142 lett. c D.Lgs. 42/04 (già L. 431/85): Fascia di rispetto del Fiume Adda.
<i>Attrezzature</i>	Attrezzature per impianto di betonaggio: mezzi di trasporto inerti, mezzi di movimentazione materiale, pale meccaniche, escavatori, muletti, betoniere.
<i>Ripristino previsto</i>	Ripristino condizioni esistenti. Opere a verde: meieto

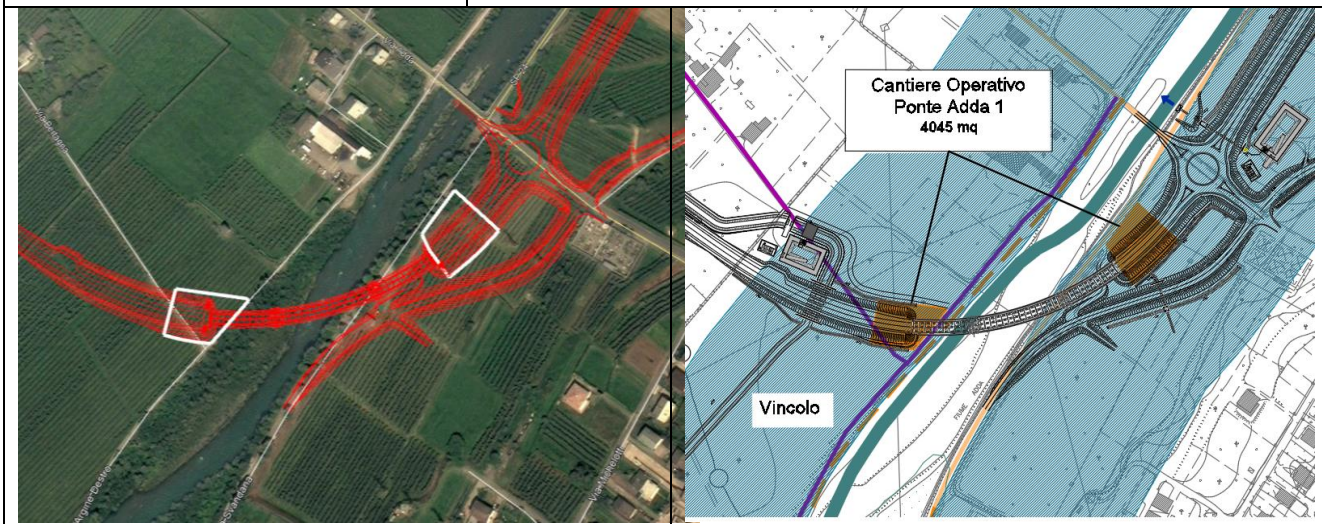


AREA DI STOCCAGGIO E DEPOSITO	
Comune	BIANZONE
Localizzazione	S.S.38 dello Stelvio in prossimità di Via Colombini
Accessi	Viabilità esistente sterrata
Superficie	45.270 mq
Uso attuale del suolo	Area agricola forestale: robinieto
Destinazione P.U.C./P.R.G	Area agricola Zona E
Presenza di vincoli	Interferente con il vincolo paesaggistico dei corsi di acqua pubblici e relative sponde art. 142 lett. c D.Lgs. 42/04 (già L. 431/85): Fascia di rispetto del Torrente Valmaggore di Villa.
Attrezzature	Attrezzature per impianto di frantumazione: mezzi di trasporto inerti, mezzi di movimentazione materiale, pale meccaniche, escavatori, nastri e tramogge.
Ripristino previsto	Prato e inerbimento

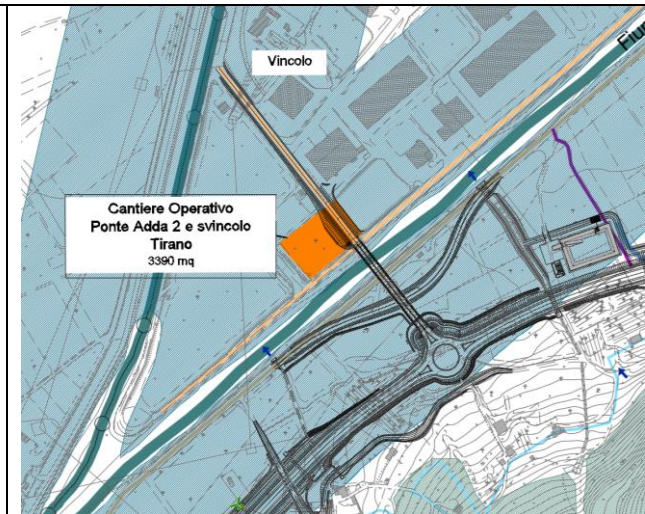
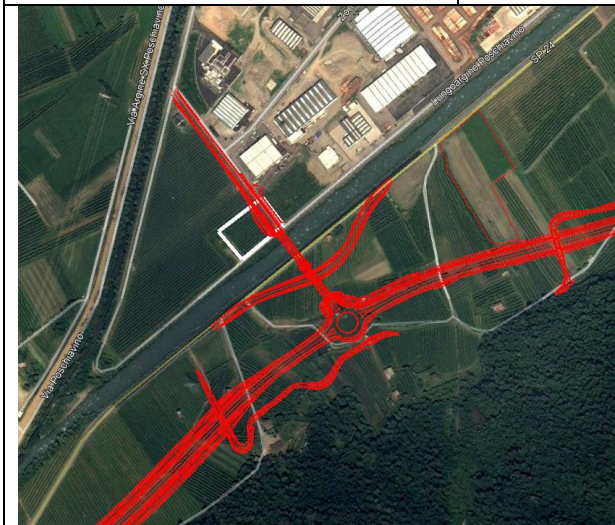



<b>CANTIERE OPERATIVO SOTTOPASSO FERROVIARIO</b>	
<i>Comune</i>	BIANZONE
<i>Localizzazione</i>	Villa di Tirano
<i>Accessi</i>	Dalla S.S.38 dello Stelvio in prossimità di Via Colombini
<i>Superficie</i>	2.595 mq
<i>Uso attuale del suolo</i>	Area agricola forestale: frutteti e frutti minori
<i>Destinazione P.U.C./P.R.G</i>	Area agricola Zona E / Area di rispetto stradale /Area artigianale di completamento con obbligo di convenzione
<i>Presenza di vincoli</i>	Interferente con il vincolo paesaggistico dei corsi di acqua pubblici e relative sponde art. 142 lett. c D.Lgs. 42/04 (già L. 431/85): Fascia di rispetto del Torrente Valmaggore di Villa.
<i>Attrezzature</i>	Mezzi di trasporto inerti, pale meccaniche, escavatori, sonde perforatrici per micropali e tiranti, pompe e sonde per jet-grouting, impianto per fanghi bentonitici.
<i>Ripristino previsto</i>	Opere a verde: macchia arborea e alto arbustiva

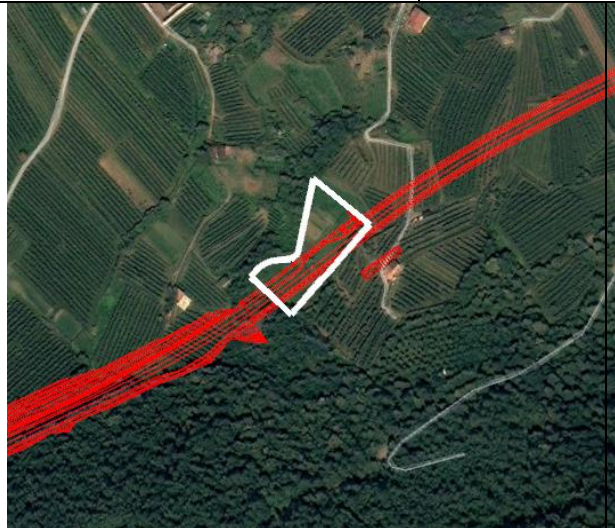
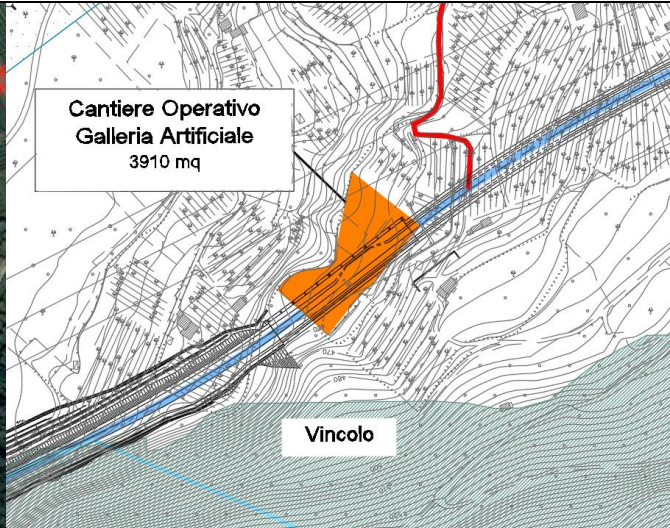
<b>CANTIERE OPERATIVO PONTE ADDA 1</b>	
<i>Comune</i>	VILLA DI TIRANO
<i>Localizzazione</i>	Fiume Adda sponda settentrionale
<i>Accessi</i>	Da Via Bertagna, Via Argine Destro e da SP25 e Via Svandana
<i>Superficie</i>	4.045 mq
<i>Uso attuale del suolo</i>	Area agricola forestale: frutteti e frutti minori, robinieti
<i>Destinazione P.U.C./P.R.G</i>	Zona agricola E 1 / Zone agricole di particolare valore ambientale E 3 / Aree per spazi pubblici a parco per il gioco e per lo sport
<i>Presenza di vincoli</i>	Interferente con il vincolo paesaggistico dei corsi di acqua pubblici e relative sponde art. 142 lett. c D.Lgs. 42/04 (già L. 431/85): Fascia di rispetto del Fiume Adda.
<i>Attrezzature</i>	Mezzi di trasporto inerti, pale meccaniche, escavatori, macchine per esecuzione pali di grande diametro, autogrù per varo viadotto.
<i>Ripristino previsto</i>	Opere a verde: Idrosemina, prato e inerbimento, macchia alto arbustiva.



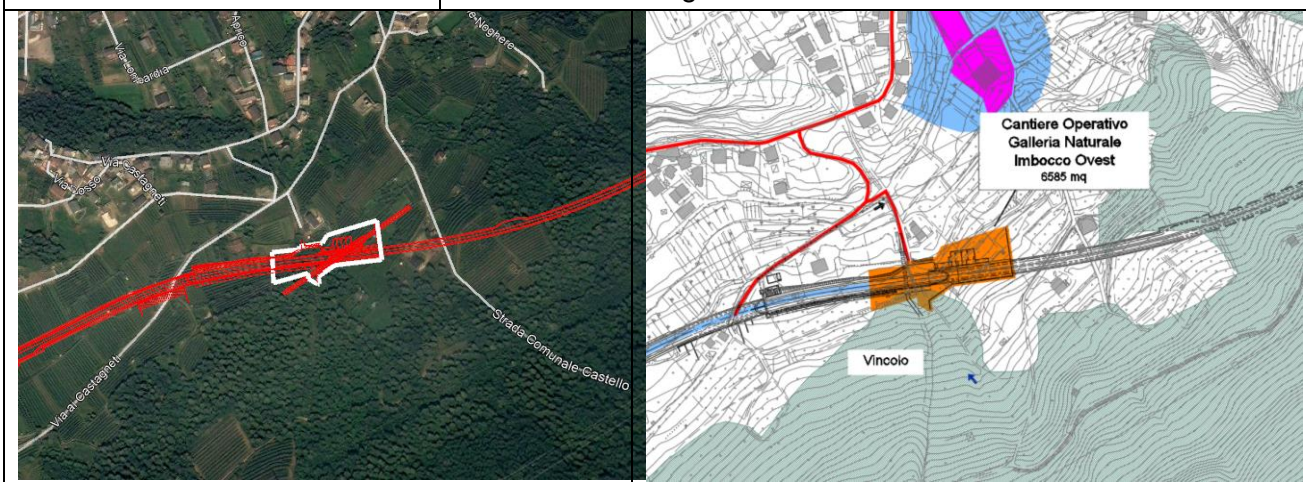
<b>CANTIERE OPERATIVO PONTE ADDA 2 E SVINCOLO TIRANO</b>	
<i>Comune</i>	TIRANO
<i>Localizzazione</i>	In prossimità della zona industriale di Tirano sulla sponda settentrionale del fiume Adda.
<i>Accessi</i>	Da Via Lungo Adda V Alpini
<i>Superficie</i>	3.390 mq
<i>Usò attuale del suolo</i>	Area agricola forestale: frutteti e frutti minori
<i>Destinazione P.U.C./P.R.G</i>	Zona per attrezzature di uso pubblico (previsioni di PRG non attuate)
<i>Presenza di vincoli</i>	Interferente con il vincolo paesaggistico dei corsi di acqua pubblici e relative sponde art. 142 lett. c D.Lgs. 42/04 (già L. 431/85): Fascia di rispetto del Fiume Adda e del Fiume Poschiavino.
<i>Attrezzature</i>	Mezzi di trasporto inerti, pale meccaniche, escavatori, macchine perforatrice per micropali, macchine per tiranti, macchine per esecuzione pali di grande diametro, autogrù per varo viadotto.
<i>Ripristino previsto</i>	Ripristino delle condizioni esistenti. Opere a verde: Meleto e idrosemina sul rilevato.



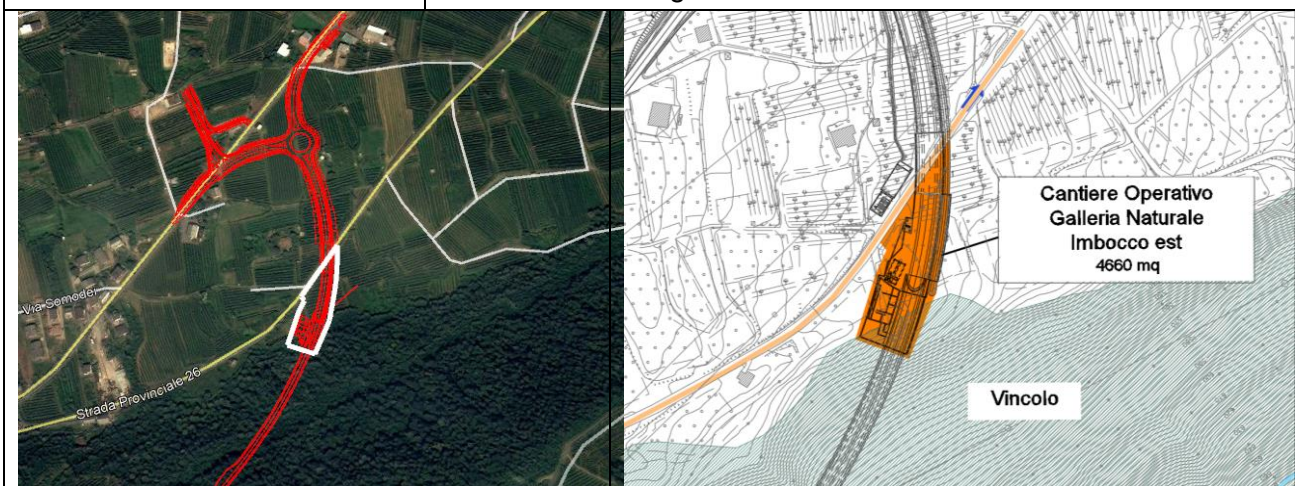
<b>CANTIERE OPERATIVO GALLERIA ARTIFICIALE</b>	
<i>Comune</i>	TIRANO
<i>Localizzazione</i>	in prossimità dell'imbocco Ovest della galleria artificiale "Dosso 1"
<i>Accessi</i>	Tramite piste di cantiere
<i>Superficie</i>	3.910 mq
<i>Uso attuale del suolo</i>	Area agricola forestale: frutteti e frutti minori
<i>Destinazione P.U.C./P.R.G</i>	Zona agricola boschiva E1, zona agricola boschiva E3f
<i>Presenza di vincoli</i>	Vicinanza al vincolo paesaggistico dei boschi e delle foreste art. 142 lett.g D.Lgs 42/04 (già L.431/85)
<i>Attrezzature</i>	Mezzi di trasporto inerti, Pompe per spritz beton, Pale meccaniche, escavatori, macchine perforatrici per micropali, macchine per tiranti.
<i>Ripristino previsto</i>	Ripristino delle condizioni esistenti. Opere a verde: Meleto e fascia alto arbostiva.

<b>CANTIERE OPERATIVO GALLERIA NATURALE IMBOCCO OVEST</b>	
<i>Comune</i>	TIRANO
<i>Localizzazione</i>	in prossimità dell'imbocco Ovest della galleria naturale "Dosso 2"
<i>Accessi</i>	Tramite piste di cantiere o, quando non ancora possibile, mediante brevi tratti di viabilità secondaria e tratti più lunghi di viabilità primaria (strade provinciali ed in minima parte anche la S.S.38).
<i>Superficie</i>	6.585 mq
<i>Uso attuale del suolo</i>	Area agricola forestale: frutteti e frutti minori, boschi misti di conifere e latifogli
<i>Destinazione P.U.C./P.R.G</i>	Zona agricola boschiva E3f
<i>Presenza di vincoli</i>	Interferenza con il vincolo paesaggistico dei boschi e delle foreste art. 142 lett.g D.Lgs 42/04 (già L.431/85)
<i>Attrezzature</i>	Mezzi di trasporto inerti, Pompe per spritz beton, Mezzi di movimentazione materiale, Posizionatori, Jumbo, Pale meccaniche, Escavatori, Macchine perforatrici per micropali, Macchine per tiranti
<i>Ripristino previsto</i>	Opere a verde: Meleto, prato e inerbimento, idrosemina, imbocco di galleria con fascia alto arbustiva.



<b>CANTIERE OPERATIVO GALLERIA NATURALE IMBOCCO EST</b>	
<i>Comune</i>	TIRANO
<i>Localizzazione</i>	in prossimità dell'imbocco Est della galleria naturale "Dosso 2"
<i>Accessi</i>	SP26
<i>Superficie</i>	4.660 mq
<i>Uso attuale del suolo</i>	Area agricola forestale: frutteti e frutti minori, boschi misti di conifere e latifogli
<i>Destinazione P.U.C./P.R.G</i>	Zona agricola boschiva E3f
<i>Presenza di vincoli</i>	Interferenza con il vincolo paesaggistico dei boschi e delle foreste art. 142 lett.g D.Lgs 42/04 (già L.431/85)
<i>Attrezzature</i>	Mezzi di trasporto inerti, Pompe per spritz beton, Mezzi di movimentazione materiale, Posizionatori, Jumbo, Pale meccaniche, Escavatori, Macchine perforatrici per micropali, Macchine per tiranti
<i>Ripristino previsto</i>	Opere a verde: Meleto, prato e inerbimento, idrosemina, imbocco di galleria con fascia alto arbustiva.



## 4 ATMOSFERA

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale per la componente "Atmosfera" è stato messo a punto tenendo conto delle prescrizioni CIPE contenute nella Delibera 28.02.2018, riportate in sintesi nei seguenti punti:

### Prescrizione 1

- ❖ *Fermo restando quanto prescritto relativamente alla fase di cantiere, in sede di redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale Regione Lombardia fornirà al proponente specifiche indicazioni riferite alla componente in parola. (1.6.3.1)*

Il PMA per la componente in esame interesserà tutte le fasi di vita del progetto:

- *ante operam*, per la determinazione dello "stato di zero" prima dell'avvio dei lavori di costruzione dell'infrastruttura,
- *in corso d'opera*, per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante le attività di esercizio dei cantieri,
- *post operam* per il controllo in condizioni di esercizio dell'opera finita. e dovrà verificare il rispetto dei limiti di norma di tutti gli aero-inquinanti legati al traffico stradale.

Le finalità degli accertamenti previsti per questi ambiti d'indagine sono pertanto rivolte alla determinazione delle concentrazioni dei principali inquinanti dovuti alle emissioni prodotte dal flusso veicolare della futura infrastruttura stradale e delle polveri sospese generate dalla movimentazione dei mezzi di cantiere; contestualmente saranno acquisiti i principali parametri meteorologici. Le misure sono orientate ai ricettori residenziali presenti nel territorio circostante la realizzazione dell'opera.

Le risultanze del monitoraggio permetteranno di verificare l'incremento del livello di concentrazioni di polveri indotto in fase di realizzazione dell'opera, l'eventuale incremento dei restanti inquinanti in funzione sia delle lavorazioni effettuate nei cantieri che delle eventuali modificazioni al regime del traffico indotto dalla cantierizzazione e l'incremento delle concentrazioni degli inquinanti emessi dall'infrastruttura durante l'esercizio.

Le informazioni desunte saranno quindi utilizzate per fornire prescrizioni ai cantieri per il prosieguo delle attività, limitando la produzione di polveri che saranno determinate in corso d'opera e per implementare le informazioni rispetto allo stato della qualità dell'aria in presenza del traffico veicolare indotto dalla movimentazione da e per le aree di cantiere, oltre che per monitorare l'evoluzione delle concentrazioni degli inquinanti dopo l'avvio di esercizio dell'opera.

Le attività di monitoraggio, in riferimento alla componente in esame, saranno attuate tramite postazioni mobili per campagne di misura periodiche o postazioni fisse di rilevamento automatiche.

### 4.1 QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

- D.Lgs. 4/08/1999, n. 351: "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente";
- D.M. 25 agosto 2000: "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1986, n°203";
- D.M. 02.04.2002, n. 60: "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio";



- D.M. 20 settembre 2002: “Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, ai sensi del decreto legislativo n. 351/1999”;
- D.M. 1 ottobre 2002 n. 261: “Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell’aria ambiente, i criteri per l’elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del D.Lgs. 4 agosto 1999 n. 351”;
- D.Lgs. 21 maggio 2004 n. 183: “Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all’ozono nell’aria”;
- Testo unico ambientale: D. Lgs. del 03/04/2006 n. 152: parte quinta;
- D.Lgs 155/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”
- D.Lgs. 29 giugno 2010, n. 128 “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell’articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69”.
- DM Ambiente 29 novembre 2012 che, in attuazione del Decreto Legislativo n.155/2010, individua le stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria
- Decreto Legislativo n. 250/2012 che modifica ed integra il Decreto Legislativo n.155/2010 definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei composti organici volatili
- DM Ambiente 22 febbraio 2013 “Formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di misura ai fini della valutazione della qualità dell'aria”
- DM Ambiente 13 marzo 2013 “Individuazione delle stazioni per il calcolo dell'indicatore d'esposizione media per il PM2,5 di cui all'articolo 12, comma 2, del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155”
- D.Lgs. 4 marzo 2014, n. 46 “Attuazione della direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento)”.

#### 4.1.1 VALORI GUIDA PER IL PMA

La normativa di riferimento, in materia di qualità dell’aria, è rappresentata dal D.Lgs.155/2010 e s.m.i.

Tale decreto stabilisce:

- i valori limite per le concentrazioni nell’aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, e PM10 (All.XI);
- i livelli critici per le concentrazioni nell’aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto (All.XI);
- i livelli di allarme per le concentrazioni nell’aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto (All.XII);
- il valore limite, il valore obiettivo, l’obbligo di concentrazione dell’esposizione e l’obiettivo nazionale di riduzione dell’esposizione per le concentrazioni nell’aria ambiente di PM2,5 (All.XIV).

Da evidenziare che, nonostante il succitato decreto correli limiti per la salute umana e per la vegetazione ad indagini di lunga durata (stazioni fisse), lo stesso è un valido riferimento anche nel caso di monitoraggi discontinui e di durata limitata, come quelli in esame, per i quali non è possibile il confronto con i valori limite relativi all’intero anno civile, ma è possibile utilizzare, per il confronto con gli obiettivi di breve termine (es. valori limite orari per NO2 e SO2), valori limite giornalieri (per CO e PM10).

## 4.2 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO, STRUMENTAZIONE DI MISURA E PARAMETRI DA MONITORARE

La campagna di monitoraggio dell'aria ha lo scopo di misurare gli inquinanti presenti nell'aria nella situazione attuale, nonché gli incrementi indotti dalla realizzazione dell'opera rispetto alla fase AO, assunta come "punto zero" di riferimento.

Le campagne di monitoraggio dovranno fornire il quadro di riferimento dello stato della componente nel corridoio di progetto per lo scenario Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam. La strumentazione utilizzata si compone di laboratori mobili o fissi dotati di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno; questo permette agli analizzatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard.

Le stazioni di rilevamento sono organizzate in tre blocchi principali:

1. analizzatori/campionatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi;
2. centralina per la valutazione dei parametri meteorologici;
3. unità di acquisizione ed elaborazione dati.

Nel corso delle campagne di monitoraggio verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- Parametri relativi all'inquinamento dell'aria
- Parametri meteorologici;
- Parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati saranno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona di indagine.

Nello specifico verranno monitorati gli inquinanti di seguito riportati.

Il set di inquinanti da monitorare dipende dalla tipologia di sorgente da controllare. In particolare, per postazioni localizzate in prossimità dei cantieri fissi e del Fronte Avanzamento Lavori gli inquinanti da monitorare sono invece i seguenti:

- Polveri PM<sub>10</sub>;
- PM<sub>2.5</sub>

Per il rilevamento in corrispondenza di ricettori prossimi alla viabilità interessata dai mezzi di cantiere, il set degli inquinanti da monitorare sarà il medesimo già individuato per i cantieri fissi e precisamente:

- Polveri PM<sub>10</sub>;
- PM<sub>2.5</sub>
- Monossido di carbonio;
- Ossidi di Azoto;
- Biossido di zolfo;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA - Benzo(a)pirene);
- Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)
- Piombo-Arsenico-Nichel-Cadmio sulla frazione PM10
- Ozono.

Per l'ozono si prevede la misurazione nei soli periodi estivi, in quanto l'O<sub>3</sub> è uno dei principali responsabili dello smog fotochimico.

Per ogni postazione devono essere fornite le concentrazioni orarie degli inquinanti, le medie, suddivise nelle varie opzioni previste dalla legislazione, i minimi ed i massimi di concentrazione degli inquinanti rilevate in ogni singolo giorno di monitoraggio, i valori orari dei parametri meteorologici.

Le unità di misura saranno conformi alla normativa vigente in materia.

Per ciascuna postazione saranno fornite le concentrazioni orarie degli inquinanti, le medie, suddivise nelle varie opzioni previste dalla legislazione, i minimi ed i massimi di concentrazione degli inquinanti rilevate in ogni singolo giorno di monitoraggio, i valori orari dei parametri meteorologici.

In relazione ai parametri meteorologici saranno rilevati:

- Temperatura;
- Velocità e direzione del vento;
- Piovosità;
- Umidità;
- Radiazione solare;
- Pressione atmosferica.

I parametri sopra riportati saranno acquisiti in continuo durante un periodo di misurazione e saranno campionati su base oraria in maniera da poter effettuare una correlazione con i dati relativi agli inquinanti nell'aria.

Nell'ambito del monitoraggio è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura.

In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- Toponimo;
- Comune;
- Stralcio planimetrico;
- Presenza e caratterizzazione di altre sorgenti inquinanti;
- Descrizione delle principali caratteristiche del territorio: copertura vegetale, tipologia dell'edificato.

Allo scopo di consentire il riconoscimento dei punti di misura nelle fasi successive, durante la realizzazione delle misurazioni saranno effettuate idonee riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

#### 4.2.1 CRITERI TEMPORALI PER GLI ACCERTAMENTI

In relazione alla prevista tempistica di realizzazione dell'opera si prevedono campagne di monitoraggio della qualità dell'aria.

Ogni singola indagine sarà realizzata analizzando in continuo la qualità dell'aria mediante un laboratorio mobile.

Per ogni punto di monitoraggio, nella fase AO, saranno eseguiti n. 4 rilievi ciascuno della durata di 14 giorni nel corso dell'anno che precede l'apertura dei cantieri (cadenza trimestrale).

Nella fase CO i rilievi avranno una durata di 14 giorni e saranno eseguiti durante il periodo di effettiva durata delle lavorazioni in prossimità della postazione o comunque con cadenza trimestrale.

Nella fase PO, ugualmente alla fase AO, saranno eseguiti n. 4 rilievi ciascuno di durata di 14 giorni nell'anno successivo all'entrata in esercizio da effettuarsi con cadenza trimestrale.

È opportuno sottolineare che le misure, qualora effettuate in aree nelle quali la sorgente non sia rappresentata esclusivamente dalle lavorazioni di cantiere ma il traffico veicolare rappresenti comunque una fonte emissiva apprezzabile, non dovranno essere effettuate in corrispondenza di periodi in cui sono, generalmente, riscontrabili significative alterazioni del traffico, quali ad esempio:

- il mese di agosto;

- le ultime due settimane di luglio;
- le settimane in cui le scuole sono chiuse per le festività di Natale (ultima settimana di dicembre e prima settimana di gennaio) e di Pasqua, nonché nei giorni festivi e prefestivi, quando la circolazione dei veicoli pesanti è limitata o estremamente ridotta, nei giorni di mercato e in quelli che coincidono con particolari eventi attrattori di traffico (feste patronali, fiere, scioperi degli addetti del trasporto pubblico).

Inoltre si deve avere cura di evitare i periodi contraddistinti da un regime anemologico anomalo, ad esempio in presenza di velocità del vento molto superiori o molto inferiori al valore medio stagionale ed i periodi di pioggia.

#### 4.3 SVOLGIMENTO DEL MONITORAGGIO TIPO

Le campagne di monitoraggio previste nell'ambito del presente progetto consentiranno di fornire un quadro di riferimento ambientale *ante operam*, in corso d'opera e *post operam* su un numero opportuno di punti recettori, selezionati in base alle condizioni di esposizione ed alla loro rappresentatività nei confronti delle situazioni che caratterizzano ciascuna delle aree di cantiere individuate.

I punti in cui saranno effettuate le misure in corso d'opera e *post operam* saranno i medesimi nei quali si sono effettuate quelle *ante operam* al fine di poter ottenere un confronto significativo.

In ogni area d'indagine è applicata una procedura di rilevamento unificata al fine di garantire un omogeneo svolgimento delle indagini e la reperibilità dei punti di misura a distanza di tempo.

La metodica di monitoraggio si compone delle seguenti fasi.

- Reperimento di eventuali dati di rilievo pregressi per il territorio in esame acquisiti da ARPA Lombardia;
- Sopralluogo nel corso del quale viene stabilita la posizione del punto di misura. Tutte le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate rispetto a punti fissi di facile riconoscimento (spigoli di edifici, pali, alberi, ecc.) e fotografate, facendo particolare attenzione alla accessibilità dei siti anche in fase di costruzione. Nella fase di corso d'opera saranno individuate inoltre le fasi e sottofasi operative delle attività che saranno svolte, al fine di riconoscere la localizzazione dei carichi emissivi.
- Svolgimento della campagna di misure secondo le metodiche riportate nella presente relazione.
- Compilazione delle schede di rilevamento.

#### 4.4 CRITERI DI SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le stazioni di monitoraggio sono state definite, in accordo con il PD, considerando come principali bersagli dell'inquinamento atmosferico recettori significativamente rappresentativi delle condizioni associabili ai nuclei insediativi disposti in prossimità dello stesso, con la precisa finalità, inoltre, di monitorare le principali cause di inquinamento, riassumibili nelle seguenti:

- lavorazioni in prossimità dei cantieri/fronte avanzamento lavori;
- traffico dei mezzi di cantiere;
- traffico veicolare dell'opera in esercizio.

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla presenza dei cantieri sono collegati in generale alle lavorazioni relative alle attività di scavo, alla produzione di calcestruzzo, alla movimentazione ed al transito dei mezzi pesanti e di servizio che, in determinate circostanze, possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività). Viene invece considerato trascurabile il contributo dell'emissione di gas di scarico nell'aria.

Per quanto riguarda la fase di cantiere le azioni di lavorazione maggiormente responsabili delle emissioni sono:

- formazione dei piazzali e della viabilità di servizio ai cantieri;
- operazioni di scavo;
- realizzazione dei rilevati;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento all'attività dei mezzi d'opera nelle aree di stoccaggio.

Dalla realizzazione ed esercizio delle piste e della viabilità di cantiere derivano altre tipologie di interazione tra l'opera e l'ambiente:

- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico di materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- sollevamento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle medesime.

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

L'individuazione delle aree d'indagine è stata effettuata sulla base delle caratteristiche del territorio e del progetto, in funzione delle caratteristiche morfologiche e vegetazionali del territorio, della condizione anemometrica prevalente che per l'area in questione è SW.

Sono stati considerati i ricettori residenziali in quanto ritenuti i più sensibili agli effetti dell'inquinamento atmosferico.

Mese dell'anno	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	Anno
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Direzione del ventopredominante	↗	↖	↗	↗	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↗	↗	↖
Probabilità del vento >= 4 Beaufort (%)	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Velocità del ventomedio (kts)	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Temperatura media dell'aria (°C)	4	7	12	17	19	24	26	26	21	15	10	4	15

TABELLA 2 - Statistica basata su osservazioni prese fra 10/2009 - 05/2019 – Localizzazione Sondrio

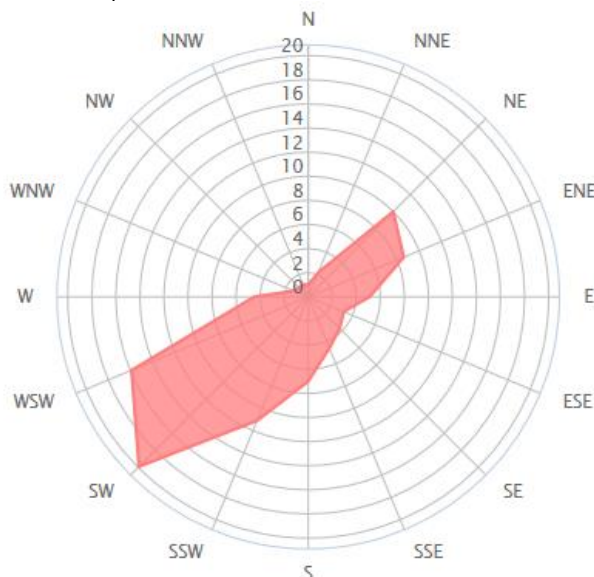


TABELLA 3 – Distribuzione del vento in % – Localizzazione Sondrio

#### 4.4.1 LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Sulla base dei criteri di scelta delle postazioni descritti nel paragrafo precedente è emersa l'opportunità di individuare n. 5 postazioni di misura.

Nella seguente tabella si riporta la localizzazione puntuale delle stazioni di monitoraggio.

CODICE	LOCALIZZAZIONE		FASE DI MONITORAGGIO		SORGENTI /AZIONI DI PROGETTO
ATM 01	Km 58+450 (SS38 esistente)	Il punto è posto in corrispondenza di un nucleo residenziale prossimo all'area di cantiere base ed all'area di stoccaggio, che potrà risentire degli effetti delle attività di cantiere. I rilievi consentono di verificare le modifiche della qualità dell'aria per effetto del traffico dei mezzi sulla S.S. 38,	AO	SI	Valori degli aeroinquinati esistenti
			CO	SI	Viabilità (SS 38 e innesto tangenziale in progetto) con transito mezzi di cantiere, area di cantiere base ed area di stoccaggio
ATM 02	Km 1+000	Il punto è localizzato a circa 150 m dalla nuova infrastruttura in corrispondenza di una scuola in frazione di Stazzona, attualmente non interessata da direttrici di traffico, e per la quale, nel PD erano stimate ricadute dalla realizzazione della viabilità in progetto	AO	SI	Valori degli aeroinquinati preesistenti
			PO	SI	Traffico veicolare post operam.
ATM 03	Km 5+061	Il punto è posto in corrispondenza di un ricettore residenziale in vicinanza dell'imbocco lato Sondrio della galleria naturale, ove è presente un cantiere operativo.	AO	SI	Valori degli aeroinquinati esistenti
			CO	SI	Cantiere operativo galleria naturale e fronte avanzamento lavori galleria artificiale, transito mezzi di cantiere
			PO	SI	Traffico veicolare all'altezza dell'imbocco galleria
ATM 04	Km 5+132	Il punto è posto nell'area urbana di Tirano, lungo una viabilità interessata dai mezzi di cantiere. Il PD stima un effetto positivo con la nuova infrastruttura in esercizio per la diminuzione del traffico di attraversamento..	AO	SI	Valori degli aeroinquinati esistenti
			CO	SI	Traffico mezzi di cantiere
			PO	SI	Traffico veicolare post operam.
ATM 05	Km 6+288	Il punto è posto in corrispondenza di un ricettore residenziale in vicinanza dell'imbocco lato Bormio della galleria naturale, ove è presente un cantiere operativo	AO	SI	Valori degli aeroinquinati esistenti
			CO	SI	Fronte Avanzamento Lavori
			PO	SI	Traffico veicolare post operam.

#### 4.4.2 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

In programma con l'articolazione temporale delle attività di monitoraggio per la componente in esame è riportata nella tabella seguente.

Gli accertamenti saranno effettuati in continuo con mezzo mobile e avranno una durata di 14 giorni in funzione del tipo di indagine.

Nella fase di corso d'opera sono previsti rilievi trimestrali. Tuttavia, tenuto conto che il PMA deve essere considerato come uno strumento di indagine flessibile, nel caso in cui sia rilevabile una significativa variabilità nel carico emissivo, il monitoraggio potrà subire delle variazioni in corrispondenza del periodo caratterizzato dai valori massimi di emissione.

Dovranno essere evitati i periodi contraddistinti da un regime anemologico anomalo, ad esempio in presenza di velocità del vento molto superiori o molto inferiori al valore medio stagionale.

Si avrà cura di includere nelle misure un numero significativo di misure in condizioni di calma di vento che possono dar luogo alle maggiori concentrazioni nelle immediate vicinanze dell'asse stradale.

CODICE PUNTO RILIEVO	FASE DI MONITORAGGIO	PARAMETRI DA MONITORARE	DURATA UNITARIA MISURA	PERIODO DI ESECUZIONE DEI RILIEVI
ATM 01	Ante Operam	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Trimestrale nell'anno precedente avvio cantieri
	Corso d'Opera	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Trimestrale
ATM 02	Ante Operam	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Trimestrale nell'anno precedente avvio cantieri
	Post Operam	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Trimestrale nel primo anno di esercizio
ATM 03	Ante Operam	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Trimestrale nell'anno precedente avvio cantieri
	Corso d'Opera	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Misura unica durante realizzazione dei lavori nel tratto (circa 3 anni)
	Post Operam	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Trimestrale nel primo anno di esercizio
ATM 04	Ante Operam	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Trimestrale nell'anno precedente avvio cantieri
	Corso d'Opera	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Misura semestrale
	Post Operam	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Misura unica alla fine del primo anno di esercizio
ATM 05	Ante Operam	PM10, PM2,5, IPA, CO, NOx, SO2, Benzene, O3 – parametri meteorologici	14 giorni	Trimestrale nell'anno precedente avvio cantieri
	Corso d'Opera	PM10, PM2,5 – parametri meteorologici	14 giorni	Misura unica durante realizzazione tratto rilevato di competenza (circa 3 anni)

### 1.5.1 RIEPILOGO DEL PIANO DI MISURE

Nella tabella seguente si descrivono in dettaglio il tipo, il numero e la tipologia dei rilievi previsti per la Componente Atmosfera, in ogni punto di rilievo, secondo l'articolazione temporale (durata e frequenza) illustrata sopra e coerentemente con la durata dei lavori prevista dal cronoprogramma.

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O.	P.O.
ATM 01	4	20	-
ATM 02	4	0	4
ATM 03	4	12	4
ATM 04	4	10	1
ATM 05	4	12	-
<b>Tot. rilievi</b>	<b>20</b>	<b>54</b>	<b>9</b>

La localizzazione dei punti è riportata nelle tavole T00IA02AMBPL01A e T00IA02AMBPL02A.

#### Situazioni di superamento dei limiti

Nei casi in cui, con particolare riferimento alla fase di cantiere, si verifichi con le misure effettuate il superamento dei limiti di norma si provvederà ad attivare le misure previste di mitigazione della diffusione di inquinanti.

D'intesa con gli Enti di controllo, verranno definite tempistiche e modalità di effettuazione di misure integrative per la verifica delle misure attivate.



## 5 AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI

Lo stato delle acque superficiali è riferibile sia ad aspetti qualitativi che quantitativi. Nello specifico del presente Progetto di Monitoraggio questi sono riconducibili a:

- aspetti qualitativi: contaminazione, perdita di funzionalità dei corpi idrici;
- aspetti quantitativi: alterazione del regime idrologico, consumo di idrorisorse superficiali.

L'azione di monitoraggio dovrà consentire di determinare se le eventuali modificazioni dello stato delle acque superficiali possano essere riconducibili alla realizzazione dell'opera ed al suo funzionamento. Questo con lo scopo specifico di poter individuare azioni correttive o mitigative al fine di raggiungere condizioni prossime allo stato quali-quantitativo preesistente.

Nelle diverse fasi di monitoraggio, al fine di evidenziare le possibili interferenze provenienti da aree esterne a quelle di intervento, indipendenti quindi da esso, saranno valutate con specifici rilievi le caratteristiche quali-quantitative dei corpi idrici a monte delle aree potenzialmente investite dall'opera.

La definizione dello stato di qualità delle acque superficiali prenderà come riferimento gli obiettivi minimi di qualità ambientale dei corpi idrici significativi previsti dalla vigente normativa in materia di tutela delle acque.

Ai fini di poter disporre di un quadro di riferimento qualitativo organico e coerente con gli standard adottati a livello nazionale e con le reti locali di monitoraggio, viene operata la scelta dei citati obiettivi minimi di qualità selezionando gli indicatori in relazione alle attività potenzialmente impattanti previste.

### 5.1 QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

#### LEGGI

- Decreto Legislativo 02/02/2001 n. 31 - Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.
- Decreto Legislativo 2 febbraio 2002, n. 27 - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano
- Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 19/08/2003 - Modalità di trasmissione delle informazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici e sulla classificazione delle acque.
- Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 06/11/2003 n. 367 - Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152.
- Direttiva 27 Maggio 2004 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose
- Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 28/07/2004 - Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del deflusso minimo vitale, di cui all'articolo 22, comma 4 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152
- Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 - Norme in materia ambientale.
- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 116 - Attuazione della direttiva 2006/7/Ce relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e abrogazione della direttiva 76/160/Cee

- Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 16 giugno 2008, n. 131. Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 14.4.2009, n. 56 - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo"
- Decreto Legislativo 30/2009 Attuazione della direttiva 2006/118/Ce, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 8 novembre 2010, n. 260 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- Decreto Legislativo 10/12/2010 n° 219 Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.
- L.R 12 dicembre 2003, n. 26 Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche

#### LINEE GUIDA

- Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale, "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. n.163 del 12/04/06 ", Rev. 2 del 23 luglio 2007

#### STANDARD PER GLI ACCERTAMENTI:

- Norme IRSA-CNR
- Norme UNICHIM-UNI
- APAT - IRSA 9010 vol. 29/2003

#### NORME ISO:

- ISO 5667-1/1980 (Guidance on the design of sampling programmes);
- ISO 5667-2/1991 (Guidance on sampling techniques);
- ISO 5667-3/1985 (Guidance on the preservation and handling of samples);
- ISO 5667-10/1992 (Guidance on sampling of waste waters);
- ISO/TC 147 (Water quality);
- ISO STANDARDS COMPENDIUM-ENVIRONMENT/WATER QUALITY.

## 5.2 INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI FATTORI DI IMPATTO

I possibili fattori d'impatto sulla componente acque superficiali legati alla fase di cantiere sono costituiti da :

- l'inquinamento delle acque;
- la degradazione delle risorse idriche in termini qualitativi;
- il consumo di risorse idriche.

La componente in esame assume particolare rilievo nel piano di monitoraggio per la presenza dei due attraversamenti sul fiume Adda e per l'interferenza con diversi canali e rogge che però non hanno un regime tale da permettere un monitoraggio continuo e significativo.

Il progetto prevede specifiche misure di mitigazione per il rischio di contaminazione delle acque superficiali che, per la fase di realizzazione, consistono nella raccolta delle acque di cantiere e in apposite prescrizioni gestionali per le lavorazioni.

Nella gestione dei cantieri fissi si prevede, in particolare, il collettamento delle acque dei piazzali, il convogliamento dei reflui e dell'acqua di risulta del lavaggio dei mezzi per una fase di trattamento che precede l'immissione nel recettore.

In fase di esercizio l'idraulica di piattaforma prevede invece un sistema chiuso e separato, che non consente immissioni non controllate all'esterno. Le acque della viabilità principale sono infatti raccolte sulla piattaforma tramite un sistema di condotte che recapitano alle vasche di prima pioggia (per il trattamento primario e di disoleazione) e quindi alle vasche di laminazione. Da qui le acque sono immesse nei mezzi recipienti tramite un impiantino di sollevamento, dimensionato con i criteri dell'invarianza idraulica (20 l/sec/ha).

Le vasche di prima pioggia garantiranno ai sensi del D.Lgs. 152/06 la raccolta delle acque di prima pioggia e lo svuotamento entro le 72 ore, consentendo l'accesso agli scarichi per i controlli delle autorità competenti.

Le acque della viabilità secondaria locale sono invece allontanate dalla piattaforma tramite embrici e raccolte al piede del rilevato tramite fossi di guardia, che disperdono in falda le acque piovane ovvero recapitano le acque residue alla limitrofa rete di canalizzazioni.

Le acque di versante sono invece canalizzate per attraversare in sicurezza il corpo stradale, tramite tombini scatolari, e quindi portate allo scarico in Adda.

Il progetto prevede quindi due sistemi distinti e separati per il collettamento delle acque di piattaforma e di versante che, in ogni caso, si riunificano a monte dello scarico nei recapiti finali.

Con queste premesse, nel presente piano sono stati sottoposti a monitoraggio i idrici ricettori significativi intercettati per quanto riguarda la fase realizzativa.

Per quanto concerne invece gli scarichi si provvederà invece a dare evidenza delle autorizzazioni allo scarico nei suddetti ricettori, prevedendo un programma di autocontrollo degli stessi al fine di verificarne la conformità.

### 5.3 PROCEDURA DI GESTIONE DEL CANTIERE

Per la gestione del controllo ambientale del cantiere è stata messa a punto la procedura di seguito descritta.

Le acque presenti nel cantiere sono:

1. Acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere,
2. Lavaggio gomme dei mezzi che trasportano il materiale scavato, il calcestruzzo ed altri materiali per la costruzione;
3. Lavaggio delle autobetoniere;
4. Scarichi civili.

I piazzali del cantiere e le aree di sosta delle macchine operatrici dovranno essere dotati di una regimazione idraulica, che consenta la raccolta delle acque di qualsiasi origine (piovane o provenienti da processi produttivi), per convogliarle nell'unità di trattamento generale.

Le acque provenienti dal lavaggio dei mezzi meccanici o dei piazzali dell'officina, che sono ricche di idrocarburi ed olii, nonché di sedimenti terrigeni verranno sottoposte ad un ciclo di disoleazione, prima di essere immessi nell'impianto di trattamento generale. I residui del processo di disoleazione devono essere smaltiti come rifiuti speciali in discarica autorizzata.

Le acque che provengono dal lavaggio delle botti per il trasporto di conglomerato cementizio contengono una forte componente di materiale solido che, prima di essere immesso nell'impianto di trattamento generale, deve essere separato dal fluido mediante una vasca di sedimentazione. Per quanto riguarda le acque provenienti dagli scarichi di tipo civile, connesse alla presenza del personale di cantiere, esse saranno trattate a norma di legge in impianti di depurazioni, oppure immesse in fosse settiche a tenuta, che verranno spurgate periodicamente.

Qualora dovessero essere effettuati dei getti in calcestruzzo nei pressi di falde idriche sotterranee, si dovrà provvedere all'intubamento ed all'isolamento del cavo, al fine di evitare la dispersione in acqua del cemento e degli additivi.

Vengono di seguito descritti gli interventi che saranno previsti nella fase di realizzazione delle opere stradali di progetto, allo scopo di evitare l'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee, l'alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento, nonché gli interventi che verranno realizzati per la raccolta ed il trattamento delle acque di scarico.

In particolare, per quanto riguarda la potenziale alterazione dei corsi d'acqua limitrofi alle aree di intervento, che potrebbe avvenire in seguito allo sversamento accidentale di sostanze inquinanti e/o pericolose, sarà prevista una corretta gestione dei materiali, finalizzata a stabilire le procedure finalizzate alla gestione delle sostanze e dei preparati pericolosi, nonché a definire gli interventi da realizzare in situazioni di emergenza, relativamente ad eventi di elevate ricadute ambientali, quali lo sversamento diretto nel corpo idrico e/o nel suolo.

A tale proposito, allo scopo di prevenire fenomeni di inquinamento diffuso, saranno realizzate delle reti di captazione, drenaggio ed impermeabilizzazione temporanee, soprattutto in corrispondenza dei punti di deposito carburanti o di stoccaggio di sostanze inquinanti, finalizzate ad evitare che si verifichino eventuali episodi di contaminazione, nel caso di sversamenti accidentali.

Nel seguito vengono indicati i possibili interventi che, compatibilmente con le esigenze del cantiere, possono essere realizzati come impermeabilizzazioni di tipo temporaneo:

- costipazione di terreno argilloso e successiva apposizione di materiale terroso compattato;
- apposizione di guaina impermeabile e di materiale terroso compattato;
- realizzazione di uno strato di asfalto

Per quanto concerne gli interventi che saranno previsti per il trattamento delle acque di scarico, questi saranno individuati in funzione della loro origine; in particolare, le acque di supero prodotte durante le fasi di getto del calcestruzzo occorrente per la realizzazione di opere d'arte (plinti, spalle, pile) verranno raccolte in apposite vasche e/o fosse rese impermeabili (anche con dei semplici teloni in materiale plastico), che saranno predisposte nelle immediate adiacenze delle opere da realizzare.

La realizzazione di tali vasche consentirà di evitare la dispersione di acqua mista a cemento che, mescolandosi alle acque superficiali, ovvero penetrando nel terreno ed incontrando le acque di falda, potrebbe provocarne l'inquinamento.

Le acque di supero verranno quindi opportunamente fatte decantare, allo scopo di consentire la sedimentazione delle sostanze inquinanti ed il successivo deflusso nell'ambiente.

Per quello che riguarda le acque derivanti dal lavaggio dei mezzi di trasporto e delle macchine operatrici, il trattamento previsto consiste nella sedimentazione delle particelle grossolane in una vasca a calma idraulica e nella disoleatura per le particelle grasse e gli olii, che dovranno poi essere convogliati in un pozzetto di raccolta, per poi venire inviati a trattamento e recupero, ovvero ad idoneo smaltimento.

Relativamente agli scarichi civili, nei casi in cui non è presente la fognatura pubblica, questi potranno essere indirizzati in apposite fosse di raccolta di tipo Imhoff ovvero in caso di servizi igienici mobili raccolti negli appositi contenitori che saranno svuotati periodicamente da mezzi di raccolta

ed allontanate verso recapiti autorizzati al trattamento; invece, per quanto riguarda le acque meteoriche, è previsto il loro convogliamento nell'apposita rete di captazione costituita da pozzetti in calcestruzzo e tubazioni interrate, che trasportano tutte le acque nella vasca di drenaggio.

Si evidenzia, inoltre, che nel caso di recapito degli scarichi nelle acque superficiali, occorre rispettare quanto previsto dal D.lgs. n.152/06 che, all'art.105, determina che sono ammesse solo acque depurate con valore dei reflui entro i limiti della tab. 3 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del suddetto decreto, che prescrive in particolare:

- BOD5 ≤ 40 mg/litro;
- Solidi sospesi ≤ 80 mg/litro

Per quanto riguarda, infine, l'aumento dei processi di erosione e trasporto solido indotto dall'impermeabilizzazione di aree più o meno vaste dovuta alla localizzazione dei siti di cantiere e delle aree di lavorazione, si evidenzia come questo fenomeno determina l'aumento di quantità delle acque che, in caso di eventi meteorici, ruscellano verso i corpi idrici naturali, con concentrazione di deflusso.

A tale proposito, al fine di evitare l'alterazione del deflusso delle acque di ruscellamento, è prevista la realizzazione di un opportuno impianto di raccolta e drenaggio, adeguatamente dimensionato in modo da rallentare il flusso delle acque, consentendo il deposito dei detriti.

## 5.4 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

Il Monitoraggio *Ante Operam* (MAO) dell'Ambiente Idrico Superficiale ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua in condizioni esenti da disturbi, ovvero in assenza dei disturbi provocati dall'opera in progetto.

Il MAO ha anche lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in *Corso d'Opera*, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle particolarità del corso d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

Il MAO dovrebbe essere basato su una serie di dati sufficientemente lunga da coprire in maniera soddisfacente il campo di variabilità del corso d'acqua. Ciò, evidentemente, non è possibile. Il Monitoraggio offrirà quindi una "istantanea" del corso d'acqua da confrontare con eventuali dati preesistenti.

La scelta dei parametri da monitorare deve prevedere una caratterizzazione idrologica e qualitativa del corpo idrico. A tal fine saranno eseguite misure in situ e saranno prelevati campioni d'acqua da analizzare in laboratorio sotto il profilo fisico-chimico-batteriologico e sotto il profilo biologico.

### 5.4.1 PARAMETRI DA DETERMINARE

Per quanto riguarda il monitoraggio chimico, si fa riferimento alle tabelle 1/A (Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua e nel biota per le sostanze dell'elenco di priorità) ed 1/B (Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo "SQA-MA") del D.Lgs. n. 172 del 13 ottobre 2015 mentre per il monitoraggio biologico, si fa riferimento al DM n. 260 dell'8 novembre 2010.

#### Indicatori ambientali per il monitoraggio delle acque superficiali

Tipologia Parametri	Parametri	UdM	Principio del metodo	Riferimento
Biologici	STAR-ICMi Macroinvertebrati Bentonici	-	-	Appendice al D.M. AMBIENTE 8/11/ 2010, N. 260 Tab. 1b. Tab. 2b. Valori ref.to metriche STAR_ICMi Tipi fluviali MacrOper

<b>Chimico fisici a sostegno degli elementi biologici</b>	Temperatura	°C	termometria	APAT CNR IRSA 2100 MAN 29 2003
	Potenziale RedOx	mV	Metodo potenziometrico	APHA2580B/ 05
	pH		Potenziometria	APAT CNR IRSA 2060 MAN 29 2003
	Conducibilità elettrica	µS/cm	Conduttimetria	APAT CNR IRSA 2030 MAN 29 2003
	SST	mg/l	Filtrazione a 0,45 µm ed essiccazione a 105°	APAT CNR IRSA 2090 met B MAN 29 2003
<b>Analisi sui sedimenti</b>	Sedimenti fluviali attivi-stream sediments	-	-	IRSA-CNR "Progetto di monitoraggio delle acque"-
<b>Chimici Come da DM 172/2015 (Vedi tabella seguente)</b>	Stato chimico concentrazioni delle sostanze prioritarie (P), le sostanze pericolose prioritarie (PP) e le rimanenti sostanze (E) Idrocarburi, metalli pesanti, ecc.	µg/l		Tablette di riferimento 1/a e 1/b di cui al DM 172/2015
<b>Chimici</b>	Ossigeno disciolto	% e mg/l		APAT CNR IRSA 4120
	BOD5	mgO2/l	Determinazione tramite respirometro dell'ossigeno consumato	UNI EN 1899-1:2001
	Durezza totale	mgCaCO3/l	Titolazione complessometrica con acido etilendiamino tetraacetico.	UNI 10505:1996
	Cloruri	mg/l	Titolazione dello ione cloruro con soluzione di nitrato mercurico	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 - Met. 4090 A1
	Escherichia coli	Ufc/10ml	Metodo con membrane filtranti	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 Met. 7030C
<b>Morfologici</b>	Indice di Qualità Morfologica (IQM)	Giudizio di qualità		ISPRA, IDRAIM – Sistema di valutazione IDRomorfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua, Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua, 2014.
<b>Idraulici</b>	Portata corpo Idrico (mulinello idrometrico o con alleggiante)	mc/sec		UNI EN ISO 748:2008
	Livello idrico	M s.l.m		

### Parametri chimici per il monitoraggio delle acque superficiali

Parametri chimici	UdM	Valori soglia SQA MA D.Lgs.172/15	Valori di riferimento D.lgs. 152/06 All.2 Parte III, Tab. 1b)	Valore soglia	Limite di rilevabilità
BOD5 APAT CNR IRSA 5120 Man 29 2003 metodo A e B	mg/l		5	-	1
DOC Apat CNR IRSA 5040 Man 29 2003	mg/l		Serve per valutare Piombo e Nichel biodisponibili	-	
Piombo(*) EPA 200.8.1999	µg/l	1.2	-	-	0.5
Manganese EPA 200.8.1999	mg/l	-	-	-	1
Calcio Apat CNR IRSA 3130 Man 29 2003	mg/l		Serve per valutare Piombo e Nichel biodisponibili	-	
Zinco EPA 200.8.1999	µg/l	-	300	-	5
Solfati Apat CNR IRSA 3130B Man 29 2003	mg/l	-	-	-	2.5
Cloruri Apat CNR IRSA 4090 Man 29 2003	mg/l	-	-	-	5
Azoto Nitrico Apat CNR IRSA 4040A2 Man 29 2003	mgN/l		Da definirsi in funzione del LIMeco rilevato in AO	-	0.1
Tensioattivi anionici Apat CNR IRSA 5170 Man 29 2003	mg/l	-	0.2	-	0.05
Tensioattivi non ionici Apat CNR IRSA 5180 Man 29 2003	mg/l	-	0.2	-	0.05
Fosforo totale Apat CNR IRSA 4060A + 4110A1 Man 29 2003	mg/l		Da definirsi in funzione del LIMeco rilevato in AO	-	0.03
Azoto ammoniacale Apat CNR IRSA 4030A1 Man 29 2003	mg/l		Da definirsi in funzione del LIMeco rilevato in AO	-	0.01

Alluminio EPA 200.8.1999	µg/l	-	-	-	5
Arsenico EPA 200.8.1999	µg/l	10	-	-	0.5
Cadmio EPA 200.8.1999	µg/l	0.08-0.25 In funzione della durezza	-	-	0.01
Cromo totale Apat CNR IRSA 3150B1 Man 29 2003	µg/l	7	-	-	1
Mercurio Apat CNR IRSA 3200A2Man 29 2003	µg/l	0.07 Valore SQA CMA	-	-	0.007
Rame EPA 200.8.1999	µg/l	-	40	-	1
Ferro Apat CNR IRSA .3020 Man 29 2003	µg/l	-	-	-	10
Nichel(*) EPA 200.8.1999	µg/l	4	-	-	1
Alifati clorurati cancerogeni APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003		-	-	-	
Clorometano	µg/l	-	-	2.5	0.12
Triclorometano	µg/l	2.5	-	-	0.08
Cloruro di Vinile	µg/l	-	0.5	-	0.17
1,2-Dicloroetano	µg/l	10	-	-	0.04
1,1-Dicloroetilene	µg/l	-	-	2.5	0.12
Tricloroetilene	µg/l	10	-	-	0.19
Tetracloroetilene	µg/l	10	-	-	0.14
Esaclorobutadiene	µg/l	0.05	-	-	
Alifatici clorurati non cancerogeni APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003					
1,1-Dicloroetano	µg/l	-	-	10	0.03
1,2-Dicloroetilene Intesi come somma degli isomeri CIS e TRANS	µg/l	-	-	10	0.06
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	-	-	10	0.10
1,1,1-Tricloroetano	µg/l	-	-	10	0.10
1,2,3-Tricloropropano	µg/l	-	-	10	0.09
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	-	-	10	0.05
Tribromometano	µg/l	-	-	10	0.32
1,2-Dibromoetano	µg/l	-	-	10	0.06
Dibromoclorometano	µg/l	-	-	10	0.05
Bromodiclorometano	µg/l	-	-	10	0.08
Idrocarburi totali EPA 5021 A + EPA 8015 D	µg/l	-	-	-	85
Benzene	µg/l	10	-	-	
Toluene	µg/l	5	-	-	
Xileni	µg/l	5	-	-	

(\*) per il parametro piombo e nichel, il D.lgs. 172/15 definisce lo SQA come concentrazioni biodisponibili. Le "linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo il D.lgs. 172/2015)" di ISPRA, propongono un metodo che consente di calcolare la frazione biodisponibile a partire dalla misure chimiche del parametro. In dettaglio, per il Pb è disponibile, sul sito dell'Agenzia dell'Ambiente del Regno Unito (UK Environment Agency), un'applicazione Microsoft-Excel (<http://www.wfd.uk.org/resources/rivers-lakes-metalbioavailability-assessment-tool-m-bat>) che utilizza la seguente equazione semplificata, che richiede come unica variabile aggiuntiva la concentrazione di carbonio organico disciolto (DOC).

$$\bullet \text{ BioF} = 1,2 / [1,2 + 1,2 \times (\text{DOC} - 1)]$$

dove BioF = SQA riferimento / SQA sito-specifico.

SQA riferimento corrisponde al valore di SQA biodisponibile stabilito nel D.lgs. 172/2015 (1,2 µg L<sup>-1</sup>), ad una concentrazione prefissata di 1,0 mg·l<sup>-1</sup> DOC, posta come la concentrazione di massima biodisponibilità. L'equazione è utilizzabile nel campo di validità tra 1 e 20 mg·L<sup>-1</sup> DOC.

Analogamente al piombo, per la determinazione del nichel biodisponibile, sono disponibili alcune applicazioni basate su modelli Biotic Ligand Model (BLM) semplificati, quali:

- BioMetTool (BMT) disponibile sul sito [www.bio-met.net](http://www.bio-met.net);

- M-BAT, un'applicazione modificata a partire da BMT, disponibile sul sito (<http://www.wfduk.org/resources/rivers-lakes-metal-bioavailability-assessment-tool-m-bat>) dell'Agenzia per l'Ambiente britannica;
- PNEC-Pro, sviluppata da DELTARES, NL, e disponibile sul sito (<http://www.pnec-pro.com/>) e approvato dal Ministero olandese delle Infrastrutture e dell'Ambiente

Riguardo ai valori di riferimento ed ai valori di soglia si rileva che laddove esistenti verranno presi a riferimento, per i vari parametri, i valori normati da legge.

Per i parametri per i quali non sono normati né valori di riferimento né valori soglia quali ad esempio conducibilità, SST, cloruri e solfati si procederà con delle soglie di variazione tra Monte/Valle, fissate di concerto con ARPA Lombardia prima dell'avvio dell'Ante Operam.

#### 5.4.2 FREQUENZA DELLE OPERAZIONI

In considerazione delle caratteristiche territoriali, per ciascun punto di monitoraggio è previsto:

- Determinazioni idrologiche e di carattere chimico-fisico: ogni 3 mesi
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: ogni 3 mesi
- Parametri morfologici: ogni 12 mesi
- 

L'ubicazione dei punti è rappresentata nelle tavole allegate (Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale).

#### 5.5 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Il Monitoraggio in *Corso d'Opera* (MCO) ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non alteri i caratteri qualitativi del sistema delle acque superficiali.

A differenza del Monitoraggio Ante Operam (MAO), che deve fornire una fotografia dello stato esistente, senza alcun giudizio in merito alla sua qualità, il MCO dovrà confrontare quanto via via rilevato con lo stato *Ante Operam* e segnalare le eventuali divergenze da questo; a tal fine è prevista la predisposizione di punti di monitoraggio sia a monte che a valle degli attraversamenti dei corsi d'acqua principali interferenti con l'opera in progetto o con le aree di cantiere.

A valle del rilevamento e della segnalazione di scostamenti rispetto ai caratteri preesistenti, il MCO dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e valutare lo scostamento, e di indagini per individuarne le cause.

Una volta stabilite queste dovrà dare corso alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi assolutamente imprevisti.

Il Monitoraggio in *Corso d'Opera* avrà una durata pari al tempo di realizzazione delle opere potenzialmente interferenti o di permanenza delle aree di cantiere. Nello specifico è stata considerata a rischio di impatto l'intera Unità di Macrocantierizzazione 2 non solo per la realizzazione dei n. 2 ponti sull'ADDA ma anche per la tratta di rilevato da realizzarsi in adiacenza al fiume.

##### 5.5.1 PARAMETRI DA DETERMINARE

Anche nel MCO i parametri previsti da monitorare sono esattamente gli stessi del MAO.

##### 5.5.2 FREQUENZA DELLE OPERAZIONI

Durante le lavorazioni correnti, saranno effettuate misure e determinazioni di campagna trimestrali. La tabella a cui fare riferimento è la stessa in cui sono indicati tutti i punti di monitoraggio ante operam.



Per l'ubicazione delle sezioni bisogna fare riferimento alle tavole di individuazione dei punti di monitoraggio (Planimetria dei punti di monitoraggio ambientale).

Riassumendo le tempistiche previste per il monitoraggio abbiamo che:

- Determinazioni speditive chimico-fisiche: ogni 3 mesi
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: ogni 3 mesi
- Parametri morfologici: ogni 12 mesi

## 5.6 MONITORAGGIO POST D'OPERAM

Il Monitoraggio *Post Operam* (MPO) dovrà verificare gli effetti a lunga scadenza della realizzazione dell'opera sull'ambiente idrico, ovvero verificare che eventuali effetti negativi indotti durante la costruzione scompaiano al termine della stessa.

I risultati del MPO andranno quindi confrontati non solo con il quadro preesistente all'opera, ma anche con le tendenze evolutive del locale ambiente idrico.

Il MPO avrà una durata tale da garantire che si siano stabiliti i nuovi equilibri ambientali, relativamente alle acque superficiali, controllando che questi siano compatibili con il quadro preesistente.

Altro compito del MPO è verificare che le procedure connesse con l'esercizio della viabilità non interferiscano con le acque, ovvero che abbiano su queste un effetto trascurabile.

### 5.6.1 PARAMETRI DA DETERMINARE

Anche per il monitoraggio MPO i parametri previsti da monitorare sono gli stessi del MAO e PCO, anche se in considerazione delle caratteristiche del sistema di convogliamento e trattamento delle acque di piattaforma non sono prevedibili rischi di inquinamento.

### 5.6.2 FREQUENZA DELLE OPERAZIONI

Le operazioni di monitoraggio *Post Operam* saranno eseguite nell'anno successivo al termine dei lavori e avrà una durata complessiva di un anno.

Le cadenze previste sono le medesime del MAO e MCO, come pure le postazioni:

- Determinazioni speditive chimico-fisiche: ogni 3 mesi
- Determinazioni di laboratorio, chimiche e batteriologiche: ogni 3 mesi
- Parametri morfologici: ogni 12 mesi

## 5.7 METODOLOGIE E STRUMENTAZIONI

### Misure idrologiche

Le misure di portata saranno realizzate con metodo correntometrico e basate sulla utilizzazione di un mulinello idrometrico per la misura della velocità della corrente su sezioni idrauliche note.

Sulla base delle caratteristiche morfobatimetriche e dimensionali delle sezioni idrauliche investigate si prevede di realizzare misure con operatore direttamente in alveo. In tal caso ciascuna sezione di misura dovrà essere materializzata sul terreno mediante apposito picchetto metallico verniciato, ben visibile e facilmente rinvenibile. In ogni caso la sezione di misura deve essere fotografata e opportunamente descritta in apposita monografia.

L'idromulinello è costituito da un corpo metallico fusiforme su cui è montata un'elica di passo 12 cm; i giri dell'elica vengono registrati da un contatore elettronico con preselezione del tempo di misura. L'idromulinello è montato su un'asta metallica graduata su cui è possibile leggere la profondità totale della lama d'acqua e le profondità parziali su una stessa verticale, a cui vengono effettuate le misure di velocità della corrente. Per ottenere valori di deflusso il più attendibili

possibile, dovranno essere scelte sezioni di misura con profilo batimetrico regolare, per quanto possibile privo di scabrezza e senza ostacoli a monte (massi, corpi rigidi e vegetazione) che possano interferire sui filetti fluidi. Il numero delle singole misure di corrente è funzione della dimensione, morfologia e omogeneità batimetrica della sezione idrologica: per pochi cm di lama d'acqua è sufficiente un solo rilievo, mentre su profondità decimetriche e metriche sono necessarie più misure per registrare il diverso regime di flusso tra la superficie e il fondo. Sulla base dei principi enunciati la distanza tra le verticali ed il numero di misure per ciascuna verticale è lasciata all'esperienza del rilevatore.

I giri dell'elica registrati sul campo sono trasformati, in base ad un abaco di taratura, in velocità di flusso espresse in metri/secondo, mentre l'intera sezione bagnata viene suddivisa in aree parziali di competenza delle singole velocità o della media di più velocità misurate su una stessa verticale: il prodotto tra velocità di flusso e sezione bagnata di competenza fornisce il valore di portata per ogni singola superficie. Tali misure, integrate tra loro sull'intera sezione idraulica, consentono la determinazione del deflusso totale ricercato.

Al termine delle misure di portata saranno rilevati i seguenti parametri chimico-fisici mediante sonda singola o multiparametrica.

- Temperatura dell'aria (°C)
- Temperatura dell'acqua (°C)
- Conduttività elettrica (mS/cm)
- pH
- Ossigeno disciolto e percentuale di saturazione (mg/l, %)
- Torbidità (unità nefelometriche di torbidità)

Per questa ultima misura verrà utilizzato un turbidimetro da campo.

Gli strumenti utilizzati andranno tarati, almeno una volta, all'inizio di ogni giornata di lavoro; i valori rilevati costituiranno la media di tre determinazioni consecutive.

#### Prelievo di campioni

Il monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo di acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio. Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda predisposta e sarà redatto un verbale di campionamento che sarà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

In occasione del campionamento sarà effettuata anche la misura di portata e saranno determinati i parametri di campo riportati nel precedente paragrafo.

Il campionamento verrà realizzato tramite sonda a trappola che verrà immersa nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere. Il campionamento sarà di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continua aliquote parziali di 1 litro fino a riempire un recipiente di circa 12 litri. Il campione così raccolto andrà poi omogeneizzato e ripartito nei contenitori debitamente etichettati e curandone il riempimento fino all'orlo evitando il formarsi di bolle d'aria.

Dovranno essere riempiti i seguenti contenitori:

- 1 bottiglia da 0,5 litri ed una da 1 litro per le analisi batteriologiche
- 1 bottiglia di vetro da 2 litri per analisi chimico-fisiche
- 1 bottiglia di vetro da 2 litri per analisi degli idrocarburi totali
- 1 bottiglia di plastica da 1 litro per analisi metalli

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento, utilizzando una apposita ed idonea scheda, che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

In occasione del campionamento verranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive. Le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti. Per ogni campagna di misure dovrà essere redatto un verbale, utilizzando un'ideale scheda, che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

I contenitori utilizzati, in vetro e/o in PEAD in relazione alla tipologia di analisi, dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- codice dell'indagine;
- data e ora del campionamento.

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 3 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

### 5.8 DEFINIZIONE PUNTUALE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Nell'ambito del progetto sono previsti due attraversamenti sul fiume Adda. Vengono inoltre intersecati diversi canali e rogge; come detto, non tutti però hanno un regime tale da permettere un monitoraggio continuo e significativo.

Per tale motivo sono stati previsti due punti di misura sul fiume Adda, posti l'uno a monte e l'altro a valle delle aree di lavoro che comprendono i due nuovi attraversamenti. Inoltre considerato che tra i due punti è posta l'immissione del torrente Poschiavino si è ritenuto opportuno definire una sezione di misura anche su di esso.

Complessivamente sono state previste pertanto n. 3 stazioni di campionamento, così come descritte nella tabella che segue e rappresentate nelle Planimetrie dei bersagli sensibili e dei punti di monitoraggio allegati al PMA.

Stazioni di monitoraggio Ambiente idrico:acque superficiali					
Stazione	Corpo Idrico	Localizzazione	Descrizione	Cantiere/opera/durata	Fasi
ASU-01	Fiume Adda	km 0+370	Sezione a monte del ponte sull'Adda presso lo svincolo di Tirano	Unità Macro cantierizzazione 2 Durata 1359 gg	AO, CO, PO
ASU-02	Fiume Adda	km 3+060	Sezione a valle del viadotto sull'Adda presso Stazzona	Unità Macro cantierizzazione 2 Durata 1359 gg	AO, CO, PO
ASU-03	Torrente Poschiavino	km 3+610	Sezione a monte dell'immissione in Adda del torrente Poschiavino	Unità Macro cantierizzazione 2 Durata 1359 gg	AO, CO, PO

### 5.9 RIEPILOGO DEL PIANO DI MISURE

Nella tabella seguente si descrivono in dettaglio il tipo, il numero e la tipologia dei rilievi previsti per la Componente Acque superficiali, in ogni punto di rilievo, secondo l'articolazione temporale (durata e frequenza) illustrata nei precedenti capitoli, calata sul cronoprogramma di progetto.

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O.	P.O.
ASU-01	4	15	4
ASU-02	4	15	4
ASU-03	4	15	4
<b>TOTALE</b>	<b>12</b>	<b>45</b>	<b>12</b>

## 6 AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

Il Progetto di Monitoraggio dell'Ambiente Idrico Sotterraneo ha lo scopo di evidenziare le eventuali significative variazioni quantitative e qualitative, determinate dalla realizzazione delle opere in progetto sugli equilibri idrogeologici.

L'eventualità di contaminazione delle falde idriche ad opera di ipotetici inquinanti va comunque in generale riferita all'ipotesi di sversamento accidentale di sostanze nocive.

Il rischio derivante dalle potenziali attività d'interferenza potrà essere ridotto sia attraverso un accurato controllo delle varie fasi lavorative in ciascuna delle aree logistiche fisse e mobili da parte del personale preposto, sia attraverso le attività di monitoraggio descritte nel seguito.

L'azione di monitoraggio comporta la costruzione di una rete di rilevamento dati composta da stazioni (piezometri) ovvero l'utilizzo dei dati delle stazioni (ove possibile) esistenti e gestite da Enti pubblici.

### 6.1 QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

Per quanto riguarda i riferimenti normativi, valgono gli stessi precedentemente esposti per le acque superficiali (cfr. Cap. 5.1.1)

### 6.2 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO, STRUMENTAZIONE DI MISURA E PARAMETRI DA MONITORARE

Le interferenze prodotte dall'opera, in fase di realizzazione, sull'ambiente idrico superficiale sono sinteticamente riconducibili alla alterazione delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche.

Al fine di garantire l'aderenza agli standard nazionali e la confrontabilità con i dati raccolti dalle reti locali e regionali di monitoraggio, il programma di monitoraggio delle risorse idriche sotterranee prende come riferimento lo stato di qualità ambientale delle acque sotterranee relativo alle classificazioni dello stato quantitativo e dello stato chimico riportate dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

#### Stato quantitativo

I parametri di riferimento per la classificazione quantitativa dei corpi idrici sotterranei devono essere rappresentativi delle caratteristiche dell'acquifero: tipologia, piezometria, permeabilità, coefficiente di immagazzinamento, portata e prelievi.

#### Stato chimico

Lo stato chimico delle acque sotterranee, articolato in 5 classi chimiche, viene definito in relazione ad una serie di macrodescrittori selezionati tra i seguenti parametri di base: temperatura, durezza, conducibilità elettrica, bicarbonati, calcio, cloruri, magnesio, potassio, sodio, solfati, ione ammonio, ferro, manganese, nitrati.

### 6.3 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE

Da un punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza di terreni abbastanza eterogenei per caratteristiche granulometriche e di permeabilità. Nel SIA venivano individuati quattro complessi idrogeologici:

Complesso idrogeologico I - depositi alluvionali

Complesso idrogeologico II - depositi quaternari (morene – conoidi – frane)

Complesso idrogeologico III - depositi detritici

Complesso idrogeologico IV – rocce di basamento cristallino

Il Complesso idrogeologico I - depositi alluvionali è costituito prevalentemente da ghiaie in matrice sabbiosa e da sabbie grossolane con ciottoli; si rinvencono lenti e livelli costituiti da sabbie fini e sabbie limose. La permeabilità va da alta a molto alta a causa della prevalenza della granulometria grossolana. Il complesso, che affiora nel fondovalle del Fiume Adda, ospita al suo interno una

falda freatica persistente ed alimentata sia dal fiume stesso che da apporti laterali dai versanti. Le misure piezometriche hanno evidenziato che tale falda risente di oscillazioni stagionali di alcuni metri.

Il Complesso idrogeologico II - depositi quaternari (morene – conoidi – frane) affiora diffusamente sui versanti ed è costituito in prevalenza da depositi ghiaioso-sabbiosi grossolani e sabbie limose. Tali depositi sono caotici e la loro messa in posto è legata a diversi fenomeni quali ghiacciai e movimenti franosi del tipo “debris flow”. La permeabilità è di tipo primario per porosità e varia da media ad alta in funzione della granulometria prevalente e del grado di addensamento.

Il Complesso idrogeologico III - depositi detritici affiora con estensione variabile prevalentemente sul versante posto in sinistra orografica del fiume Adda ed è costituito da depositi eterometrici in scarsa matrice ghiaioso-sabbiosa. La permeabilità è di tipo primario per porosità e varia da un grado alto a molto alto.

Il Complesso idrogeologico IV – rocce di basamento cristallino è costituito da tutti i termini di basamento cristallino ascrivibili al sistema Grosina Tonale (gneiss, filladi, metabasiti, etc.) ed affiora con estensione variabile sui versanti. I rilievi e gli studi eseguiti nel PD hanno permesso di osservare che tali litotipi sono caratterizzati da una scistosità abbastanza pervasiva e da un grado di fratturazione variabile; tali caratteristiche influiscono sul grado di permeabilità di questo complesso che varia da basso, in condizioni di fratturazione standard, ad alto nelle zone intensamente fratturate.

Per stabilire la profondità del livello piezometrico lungo il tracciato sono stati messi in opera nell’ambito delle attività di progettazione 9 piezometri a tubo aperto che hanno restituito una situazione della falda di fondovalle e di versante in roccia con forti escursioni verticali del livello piezometrico.

Nell’area in esame sono stati inoltre censiti 13 punti d’acqua costituiti da:

n. 6 sorgenti riportate nella tabella seguente

n. 6 pozzi tutti ubicati nella piana alluvionale del fiume dell’Adda ed attingono quindi dalla falda di fondovalle

SORGENTI				
Descrizione	Comune	Quota (m.s.l.m)	portata l/s	note
Sorgenti valle dei Rivi	Tirano	576	<1	fontana aheveratnin
Sorg 6	Villa di Tirano	520	n.r.	uso potabile; serve S. bernardo e dintorni
Sorg 12	Tirano	740	4,8	esclusa dalla rete idrica
Sorg 13	Tirano	690	4,8	esclusa dalla rete idrica
Sorg 14	Tirano	670	4,8	esclusa dalla rete idrica

TABELLA 4 – SORGENTI PRESENTI NELL’AREA

Sulla base della caratterizzazione dei terreni affioranti, della loro suddivisione in complessi idrogeologici, dei dati di piezometria e del censimento dei punti d’acqua, nel SIA è stato ricostruito

un modello idrogeologico di riferimento che consente di dare indicazioni di massima sul rischio di depauperamento delle risorse idriche.

Detto modello distingue diversi tipi di circolazione idrica:

- una falda freatica di fondovalle che si imposta nei sedimenti alluvionali, ad elevata permeabilità, del fiume Adda ed è alimentata principalmente dal fiume stesso e secondariamente dagli apporti dei versanti; i dati piezometrici evidenziano notevoli variazioni stagionali nelle quote piezometriche che in alcuni casi raggiungono anche i 7 metri. una falda in roccia che è stata riscontrata in vari piezometri e si imposta lungo zone di intensa fratturazione connesse con zone di ricarica poste a monte; in pratica queste fasce di fratturazione, essendo molto permeabili, costituiscono una via di deflusso preferenziale per le acque di ruscellamento che si infiltrano nel basamento; inoltre, le rocce di basamento sono caratterizzate da una scistosità a reggipoggio piuttosto pervasiva che favorisce l'infiltrazione in profondità delle acque di ruscellamento superficiale.
- una falda non residente a carattere stagionale che si può impostare al contatto tra il poco permeabile basamento cristallino e le più permeabili coperture quaternarie, durante i periodi a più elevata piovosità o durante lo scioglimento delle nevi. La presenza di questa falda è stata solo ipotizzata in quanto i piezometri installati durante la campagna geognostica del 2009 (stagione secca) non ne hanno evidenziato la presenza.

Per quanto riguarda gli andamenti, le acque sotterranee presentano un andamento da nord a sud secondo il corso fluviale nel fondovalle, mentre le acque di versante presentano un deflusso ortogonale al fiume Adda.

Lo stato chimico delle acque sotterranee nell'area di interesse è stato definito tramite i dati dei monitoraggi effettuati dall'ARPA Lombardia dipartimento di Sondrio presso due pozzi, localizzati uno in Tirano ed il secondo in Villa di Tirano; in tabella sono riportati i valori dei parametri di base e di quelli addizionali.

	Pozzo Foro Boario - Tirano - Date dei prelievi			Pozzo Cooperativa Frutticoltori - Villa di Tirano - Date dei prelievi		
	20/05/2008	18/11/2008	20/05/09	20/05/2008	18/11/2008	20/05/09
pH	7,8	7,7	7,6	7,9	7,8	7,7
Conducibilità elettrica (µS/cm)	396	366	433	298	367	354
Cloruri (mg/l)	4,38	4,64	6,59	1,97	3,81	3,04
Solfati (mg/l)	63,94	59,32	63,93	27,60	32,24	29,89
Nitrati (mg/l)	10,16	12,58	18,32	6,03	14,33	10,72
Azoto Ammoniacale (mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Durezza totale (mg/l)			226			199
Temperatura (C°)			12,2			12,2
Ferro (µg/l)	<5	7	<5	15	8	<5
Manganese (µg/l)	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Arsenico ((µg/l)				5	7	6

TABELLA 5 – PARAMETRI CHIMICO-FISICI DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Come si può osservare tra i parametri addizionali viene monitorato l'arsenico, in quanto nel bacino dell'Adda sopralacuale sono stati riscontrate delle concentrazioni elevate di tale sostanza, attribuibili alla natura stessa del sottosuolo.

Risultano assenti invece parametri addizionali organici quali fitofarmaci, pesticidi ed erbicidi come sarebbe ragionevole attendersi data la presenza di aree a vocazione agricola, in quanto nelle campagne di monitoraggio precedenti a quelle qui sintetizzate tali elementi sono risultati al di sotto dei limiti rilevabilità strumentale.

La classifica delle acque sotterranee condotta dall'ARPA ha portato alla definizione di un indice dello Stato Chimico delle Acque Sotterranee (S.C.A.S) in classe 2.

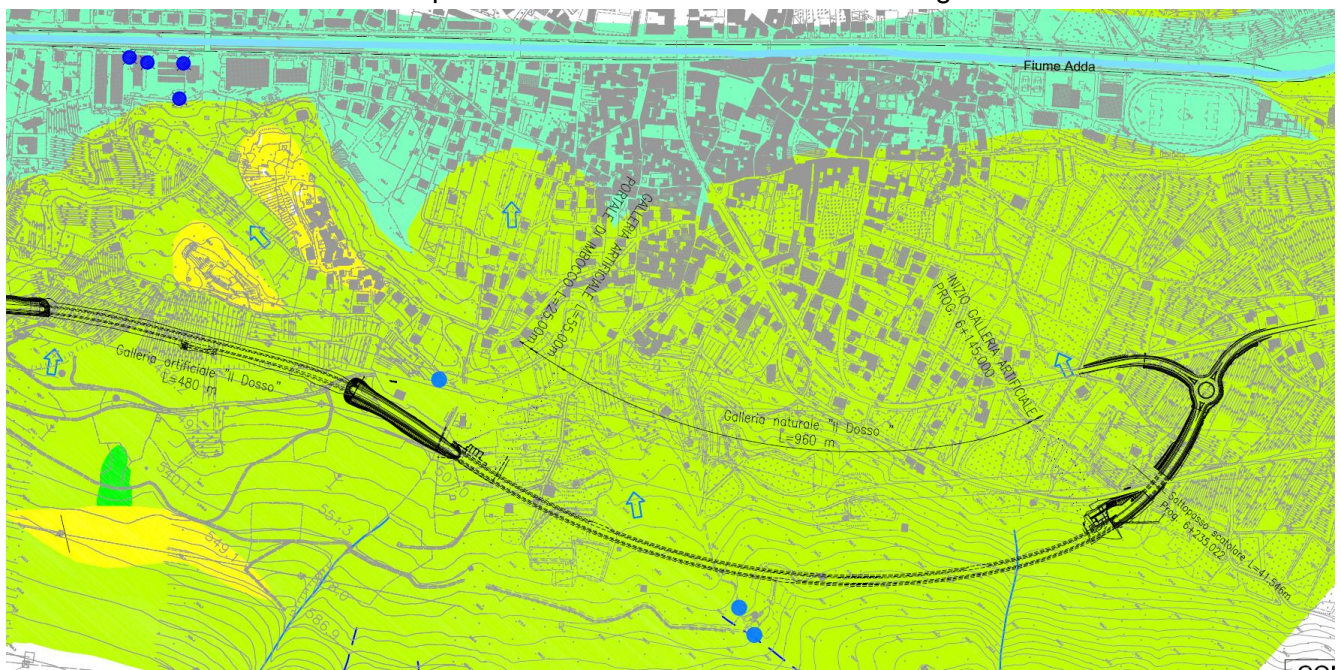
Le indagini effettuate nel corso della redazione del PD, hanno contemplato anche analisi per la ricerca dei metalli su tre campioni di acque prelevate da sondaggi: in tutti e tre i casi si è manifestato un netto superamento dei limiti di concentrazione espressi nella tabella 2 dell'allegato 5 al titolo V della parte quarta del decreto suddetto relativi ai parametri ferro e piombo. Di conseguenza si rileva che le acque di falda hanno subito una contaminazione, tuttavia non sono ne è stata riportata l'origine.

### 6.4 CRITERI PER LA SELEZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Per la scelta e la definizione dei punti di monitoraggio bisogna tenere conto della tipologia delle lavorazioni, individuando quelle particolarmente rischiose dal punto di vista della preservazione delle acque sotterranee, in questo caso principalmente lo scavo delle gallerie.

In particolare andrà verificata la posizione di pozzi e sorgenti che potrebbero presentare ricadute dalla realizzazione delle gallerie sotto il profili sia qualitativo che quantitativo.

Saranno inoltre monitorate le acque drenate dalle attività di scavo delle gallerie.



Complessi idrogeologici		Gradi di permeabilità (classi AFTES)				Idrologia sotterranea	
N.	Unità litologiche	Contesto idrogeologico	K1 = da molto basso a basso	K2 = da basso a medio	K3 = da medio ad alto		K4 = da alto a molto alto
1	Rocce di basamento cristallino	Rocce di basamento cristallino. Grado di permeabilità da basso a medio nelle condizioni standard di fratturazione. Nelle porzioni fortemente fratturate il grado risulta più elevato.					<ul style="list-style-type: none"> <li>Sorgenti</li> <li>Pozzi</li> <li>Direzione di deflusso idrico sotterraneo</li> </ul>
2	Depositi alluvionali	Depositi alluvionali costituiti in prevalenza da ghiaie in matrice sabbiosa. Permeabilità per porosità primaria di grado da alto a molto alto.					
3	Depositi glaciali e di versante	Depositi morenici ed eluviali colluviali costituiti da ghiaie e sabbia grossolana in matrice sabbiosa e sabbioso limosa. Permeabilità per porosità primaria di grado da medio ad alto.					
4	Depositi detritici	Colate di detrito costituite da blocchi eterometrici in scarsa matrice sabbioso ghiaiosa. Permeabilità per porosità primaria di grado da alto a molto alto.					

FIGURA 3 - STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA SIA

Per ciascun punto di monitoraggio sono previste misure di campo, prelievo di campioni e analisi di laboratorio.

Le natura delle opere in progetto rendono comunque improbabili perturbazioni apprezzabili della superficie freatica e di conseguenza del rapporto tra le acque dolci e quelle salate.

## 6.5 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

In questa fase si prevede di condurre gli accertamenti di seguito riportati:

- Acquisizione presso gli enti locali deputati al controllo delle acque sotterranee di dati che possono essere utili ai fini del monitoraggio;
- Coordinamento delle attività sulla base del programma temporale dei lavori;
- Misura dei livelli piezometrici;
- Definizione delle caratteristiche fisico-chimico e batteriologiche delle acque sotterranee tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua;
- Censimento di tutti gli scarichi sul suolo (civili abitazioni non allacciate al sistema fognario, aziende agricole che effettuano fertirrigazione) presenti a monte (rispetto al flusso presumibile medio areale di falda) situati a distanza di 200 metri dal perimetro dell'area sottoposta a monitoraggio;
- Ricostruzione della situazione idrogeologica locale.



### 6.5.1 PARAMETRI DA DETERMINARE

Gli esiti del monitoraggio delle acque sotterranee dovrebbero essere confrontati con quanto riportato nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Lombardia nonché con i limiti (Concentrazioni Soglia di Contaminazione – CSC) previsti dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. Tab. 2 all. 5, parte IV per le acque sotterranee.

Le misure che andranno effettuate sono di diverso tipo.

#### Parametri idrologici

- Misura del livello statico
- Prova di portata a gradini e sua interpretazione alla luce della teoria dell'equilibrio (metodo Dupuit Thiem)
- Prova a portata costante
- Prova di risalita e interpretazione della prova secondo l'approccio Jacob
- Determinazione della trasmissività tramite la portata specifica

Negli stessi punti in cui si eseguono i prelievi dei campioni d'acqua andranno anche eseguite le misure di carattere idrologico chimico-fisico di campagna:

- temperatura dell'acqua
- temperatura dell'aria
- potenziale redox
- pH
- conducibilità elettrica specifica
- Ossigeno disciolto e chimico-batteriologiche di laboratorio:

Residuo fisso	durezza totale
alcalinità	cloruri
solforati	azoto ammoniacale
nitriti	nitriti
ferro	fosforo totale
calcio	ossidabilità al permanganato
rame	magnesio
piombo	cadmio
Nichel	cromo
Mercurio	Zinco
composti organoalogenati	T.O.C
Sodio	Potassio
Tetracloroetilene	Manganese
Arsenico	Idrocarburi totali
Solventi Clorurati	Solventi aromatici (BTEX)
Fenoli	Tensioattivi anionici
Tensioattivi non ionici	Tricloroetano
Tricloroetilene	idrocarburi policiclici aromatici
esterichia coli	coliformi
coliformi fecali	streptococchi fecali

Le metodiche di analisi dei parametri faranno riferimento, in accordo al D.Lgs 30/2009, ai metodi standardizzati pubblicati a livello nazionale o internazionale e validati in accordo con la norma UNI/ISO/EN 17025.

Con riferimento all'analisi dei metalli, ai sensi del D. Lgs. 30/2009, il valore standard di qualità si riferisce, alla concentrazione disciolta di campione d'acqua ottenuta per filtrazione con filtri da 0,45 µm; mentre per gli altri parametri, l'analisi va effettuata sul campione totale non filtrato.

### 6.5.2 FREQUENZA DELLE OPERAZIONI

Immediatamente prima della fase di costruzione e di accantieramento, nei luoghi scelti per il monitoraggio dovrà essere eseguita una serie di campagne complete di prelievi e misure.

Tali campagne saranno finalizzate alla caratterizzazione qualitativa e quantitativa degli acquiferi, quale situazione di riferimento per individuare le eventuali modificazioni significative causate dall'intervento costruttivo; per tale fase si prevede una durata di 3 mesi.

Le misurazioni saranno n. 2 effettuate all'inizio e alla fine del periodo di indagine.

## 6.6 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO), ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri quantitativi e qualitativi del sistema delle acque sotterranee.

In riferimento alle caratteristiche quantitative delle acque il MCO dovrà evidenziare eventuali variazioni di livello dei pozzi e di portata delle sorgenti.

Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, il MCO dovrà segnalare eventuali variazioni dello stato chimico delle acque e situazioni di inquinamento.

A seguito del rilevamento e della segnalazione di scostamenti rispetto ai caratteri preesistenti il MCO dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e valutare lo scostamento, e le indagini per individuarne le cause.

Una volta stabilite queste si dovrà dare corso alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi imprevisti.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera avrà una durata pari al tempo di realizzazione delle opere di interesse ovvero interesserà l'intera durata delle Unità di Macrocantierizzazione 3 e 4.

### 6.6.1 PARAMETRI DA DETERMINARE

Anche nel monitoraggio in corso d'opera i parametri da monitorare previsti sono gli stessi dell'Ante Operam, cui si rimanda per una puntuale elencazione.

### 6.6.2 FREQUENZA DELLE OPERAZIONI

Le attività di monitoraggio saranno concentrate nel periodo di realizzazione delle opere e saranno effettuate con frequenza trimestrale.

## 6.7 MONITORAGGIO POST OPERAM

Il Monitoraggio Post Operam (MPO) dovrà verificare gli effetti a lunga scadenza dell'opera sull'ambiente idrico sotterraneo, e controllare che le procedure connesse con l'esercizio della viabilità non interferiscano con le acque, ovvero che abbiano su queste un effetto trascurabile.

Il MPO avrà una durata di un anno dalla conclusione delle attività di costruzione.

### 6.7.1 PARAMETRI DA DETERMINARE

Anche nel monitoraggio post d'operam i parametri da monitorare previsti sono gli stessi dell'Ante Operam, cui si rimanda per una puntuale elencazione.

## 6.7.2 FREQUENZA DELLE OPERAZIONI

Le attività di monitoraggio saranno concentrate nel periodo di realizzazione delle opere e saranno effettuate con frequenza trimestrale per la durata di un anno dal completamento delle attività di costruzione dell'opera.

## 6.8 METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

Considerate le finalità del monitoraggio in campo idrogeologico (monitoraggio qualitativo e quantitativo), si prevede di controllare in modo programmatico le seguenti due tipologie di dati :

- Parametri statici e dinamici della superficie freatica (a larga scala e se possibile a scala più confrontabile con l'estensione dell'area di monitoraggio)
- Parametri qualitativi degli acquiferi, al fine di verificare cambiamenti qualitativi rispetto alla situazione ante-operam.

Le operazioni da eseguire in situ saranno dunque di due tipi:

- Misure piezometriche e di portata per le sorgenti
- Campionamento di acque da sottoporre ad analisi fisico-chimiche e batteriologiche

### 6.8.1 MISURE DI LIVELLO – LINEE GUIDA

Queste misure saranno eseguite utilizzando una sondina piezometrica a punta elettrica, munita di avvisatore acustico ed ottico; non sono ammesse altre metodiche di misurazione.

La strumentazione utilizzata deve fornire una lettura della profondità con errore massimo del centimetro.

La procedura di misurazione comprende le seguenti operazioni:

- Verifica del codice numerico di identificazione della stazione di misura (piezometro);
- Verifica dell'integrità della chiusura del pozzetto di protezione di bocca foro;
- Apertura del pozzetto e rimozione del tappo avvitato sull'estremità del tubo;
- Effettuazione di tre misure piezometriche ad intervalli di 5 minuti primi onde calcolare il valore medio del livello piezometrico;
- Annotazione su apposita modulistica delle misure (in quota relativa ed assoluta), e di ogni altro elemento utile in fase di elaborazione ed interpretazione dei dati (data e ora della misura, situazione meteorologica);
- Riposizionamento del tappo avvitato sull'estremità del tubo e chiusura del pozzetto di protezione.

### 6.8.2 PRELIEVO DI CAMPIONI D'ACQUA – LINEE GUIDA

Lo scopo di un programma di campionamento è quello di ottenere dei campioni di acqua di falda rappresentativi delle condizioni locali, e che possano essere utilizzati per le analisi di laboratorio.

Pertanto le operazioni di campionamento devono essere documentate in modo da soddisfare le seguenti caratteristiche:

- Attendibilità
- Controllabilità
- Ripetibilità.

Quanto descritto in questo capitolo si applica al prelievo di campioni d'acqua naturale in piezometri che avranno le seguenti caratteristiche:

- materiale PVC PN16;
- diametro 3";
- spessore tubo 5 mm;
- larghezza fessure 0.25 mm.

Le modalità di prelievo e conservazione dei campioni descritte nel seguito sono finalizzate alla esecuzione di analisi di laboratorio con determinazione dei parametri chimico-fisici e microbiologici delle acque campionate.

Le seguenti modalità fanno riferimento alle norme ISO ed UNI EN pubblicate.

### **Operazioni preliminari**

Il prelievo del campione di fluido sarà preceduto da apposite operazioni di spurgo (dettagliate di seguito) del piezometro, in quanto il volume d'acqua in esso contenuto, non può dirsi rappresentativo delle reali caratteristiche chimiche fisiche e batteriologiche locali, in conseguenza di fenomeni di contaminazione temporanea legati alla tecnica di perforazione (per prelievi immediatamente successivi alla realizzazione dei piezometri stessi), od alla lunga permanenza dell'acqua all'interno della tubazione di rivestimento dovuta al tempo trascorso tra due campagne di misure programmate.

Nel caso di prelievi entro fori di sondaggio appositamente realizzati ed attrezzati, tra il completamento dell'installazione, la esecuzione delle necessarie operazioni di sviluppo e le operazioni di spurgo preliminari al campionamento, dovranno intercorrere (qualora non sussistano necessità di urgenza particolare dettate dal programma dei lavori) un minimo di 3 giorni solari.

Ai fini di prelevare campioni d'acqua il più possibile rappresentativi della situazione idrochimica sotterranea, si procederà ad operazioni di spurgo di seguito illustrate.

L'acqua presente nel pozzo dovrà essere completamente rinnovata, il campione d'acqua va prelevato direttamente dalla falda e non dalla porzione presente nel pozzo.

L'acqua stagnante presente nel pozzo può avere caratteristiche chimiche diverse da quelle della falda circostante. Solitamente nei piezometri, il volume d'acqua spurgata varia da tre a cinque volte il volume d'acqua contenuto nel piezometro.

Nel caso dei piezometri costruiti per il monitoraggio, occorre una particolare attenzione alle operazioni di chiarificazione. La natura dei terreni attraversata (limi e sabbie fini) obbliga di eseguire spurghi molto lunghi, anche alcune ore. Si informa che anche in seguito ad operazioni di spurgo eseguite con attenzione e con tempi superiori alle due ore, il campione d'acqua non risulta limpido, e presenta inoltre caratteristiche di torbidità e presenza di sedimento particellare.

### **Attrezzatura**

Il prelievo dei campioni sarà eseguito con attrezzature e modalità atte a prevenire ogni contaminazione od alterazione delle caratteristiche chimico-fisicomicrobiologiche delle acque, ed in particolare:

- le attrezzature destinate al prelievo devono essere preservate da ogni possibile contaminazione anche nelle fasi di trasporto sugli automezzi e in quelle che precedono il prelievo;
- il personale addetto alla manipolazione dei campionatori, delle parti ad essi collegate e di contenitori da trasporto, dovrà utilizzare idonei guanti protettivi di tipo chirurgico, perfettamente puliti.

I requisiti che una buona attrezzatura da campionamento deve possedere sono i seguenti:

- passare facilmente attraverso la tubazione senza pericoli di incastro
- essere di materiale inerte tale che non adsorba inquinanti, non desorba suoi componenti, non alteri Eh e pH
- essere compatibile con il grado di sensibilità analitica richiesto dal programma
- avere la possibilità di campionare a qualsiasi profondità all'interno del piezometro
- possedere facilità d'uso
- avere una buona facilità di trasporto in ogni luogo

- essere facilmente decontaminato con acqua distillata o potabile
- essere affidabile e di lunga durata in qualsiasi condizione ambientale.

In ogni caso il campionatore dovrà essere costituito da componenti in acciaio inossidabile, vetro e resine fluorocarboniche inerti; sono escluse parti costituite da materiali sintetici o metallici non inerti, valvole lubrificate con olio.

Anche i cavi di manovra ed i tubi di collegamento dei campionatori calati in foro devono essere in materiale inerte dal punto di vista chimico-fisico (acciaio inox AISI 316 o resine inerti).

I campionatori suggeriti sono di tipo statico in materiale rigido, da utilizzare dopo che il piezometro è stato spurgato con altra attrezzatura, essi dovranno essere scelti tra i seguenti due tipi :

- Campionatore a doppia valvola: si tratta di un tubo munito superiormente di una forcina alla quale va collegato il cavo di manovra, e di due valvole a sfera una superiore ed una inferiore. Una volta calato alla quota di prelievo, le valvole si chiudono per effetto della pressione idrostatica, riducendo la possibilità di flussi idrici all'interno durante la fase di recupero. Nel caso che le condizioni lo permettano potrà essere utilizzato un campionatore a valvola singola.
- Campionatore a siringa: concettualmente simile ad una grossa siringa per uso medico o veterinario, ha un funzionamento inverso. Infatti essa permette di prelevare campioni d'acqua a quote predeterminate riempiendo un contenitore di materiale inerte, grazie alla depressione in esso creata, da un pistone o una valvola a sfera, attraverso una pompa a mano azionata dall'esterno e collegata al contenitore tramite un tubetto flessibile. L'acqua una volta dentro non può più uscire durante l'estrazione grazie alla presenza di un ago collegato all'ugello di entrata. Una volta estratta essa può essere portata direttamente in laboratorio.

In generale il campione di acqua prelevato, sarà inserito in contenitori di vetro puliti e sterili, chiusi da tappi ermetici in materiale inerte, dotati di etichette con le informazioni relative al sito, al numero del piezometro di rilevazione, al numero del campione, profondità, data ed all'ora del prelievo.

Saranno utilizzati preferibilmente flaconi in polietilene e vetro borosilicato, o in PTFE chimicamente più inerte, ma più costoso degli altri materiali.

Il contenitore sarà esternamente protetto dai raggi solari, e fino alla sua consegna al laboratorio di analisi, dovrà essere conservato in luogo fresco.

### **Modalità di prelievo dei campioni**

Prima di essere calato nel foro, il campionatore dovrà essere già perfettamente pulito e le parti ad esso collegate attentamente lavate con acqua distillata bollita in contenitori di acciaio inossidabile.

Si dovrà inoltre evitare di appoggiare il campionatore e le parti ad esso collegate a terra o dovunque possano contaminarsi.

E' escluso che un campionatore per fluidi impiegato per prelievi diversi da quelli di acque naturali possa essere utilizzato, anche dopo pulizia, per prelievi di acqua di falda.

E' raccomandato che ogni piezometro sia campionato con un proprio apposito campionatore senza mescolanze.

Qualora ciò non si possa verificare, il lavaggio dell'attrezzatura prima di passare da un foro all'altro sarà particolarmente accurato e ripetuto più volte.

Terminate le operazioni preliminari, il campionatore sarà calato nel foro fino alla quota indicata al programma di lavoro ed immerso dolcemente nell'acqua, senza sollevare spruzzi.

Una volta riempito sarà dolcemente sollevato fino alla superficie per essere travasato nei contenitori definitivi.

La quantità di campione prelevato dovrà essere sufficiente alla realizzazione delle analisi complete di laboratorio ed alla loro eventuale ripetibilità; se necessario sarà ottenuto con ripetute operazioni di prelievo alla stessa quota, riponendo quanto campionato nei diversi contenitori opportunamente

numerati ed etichettati con tutte quelle informazioni necessarie alla univoca individuazione sulla provenienza del campione.

Il passaggio dal campionatore al contenitore sarà fatto immediatamente dopo il recupero e con molta precauzione, fuori dell'azione diretta dei raggi solari o di altri agenti di disturbo, riducendo all'indispensabile il contatto con l'aria e versando l'acqua con molta dolcezza senza spruzzi; nel contenitore una volta chiuso non deve rimanere aria.

I campioni di fluido acquoso prelevati alla varie profondità in ogni singola stazione (piezometro), dovranno essere conservati in contenitori separati destinati gli uni alle analisi chimico-fisiche e gli altri a quelle batteriologiche (ove previste). La profondità di prelievo dei campioni nella singola verticale di misura (piezometro) sarà funzione della situazione idrogeologica locale, ma in linea di massima sarà adottato il seguente schema generale: n° 1 campione a circa metà della perforazione e n° 1 campione a 2-3 metri da fondo foro.

### **Conservazione e trasporto dei campioni**

I contenitori saranno tenuti in ombra e protetti da ogni possibile contaminazione, preferibilmente in frigorifero alla T di 4°C, per essere recapitati al laboratorio entro 12 ore dal prelievo.

Qualora la consegna avvenga a maggior distanza di tempo dal prelievo (comunque entro le 24 ore) i contenitori saranno tassativamente conservati in frigorifero. Deroghe a questa regola potranno essere concesse qualora il tipo di analisi richieste escluda accertamenti microbiologici o di altri componenti la cui concentrazione sia suscettibile di variazioni legate ai tempi di conservazione.

### **6.8.3 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO**

La raccolta avverrà attraverso prelievo programmato di campioni ed effettuazione analisi di laboratorio.

Le informazioni ricavate saranno riportate in apposite schede. Nella redazione della scheda informativa si terrà conto anche della successiva fruibilità dei dati che saranno raccolti in situ, pensando anche ad una loro eventuale elaborazione prima di essere inseriti in una banca dati.

Per garantire un'esatta confrontabilità delle misure e dei dati, nelle diverse fasi temporali del monitoraggio ambientale, ai fini di una corretta interpretazione, bisognerà cercare di agire con le stesse modalità e condizioni, per ciascun punto e in ciascuna delle fasi temporali.

In particolare i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura, e le scelte temporali d'esecuzione dei campionamenti dovranno tenere conto anche delle condizioni meteorologiche.

Ad esempio, bisognerà evitare di effettuare campionamenti in corrispondenza o subito dopo eventi piovosi, al fine di evitare di attribuire cambiamenti (temporanei) qualitativi delle acque sotterranee, alle attività di realizzazione dell'opera.

Le misure piezometriche saranno espresse in metri e centimetri, sia come distanza dal piano di campagna, sia come valore rapportato all'altezza sul livello del mare; i valori dei parametri fisico-chimico-biologici saranno espressi nelle unità di misura previste dalla normativa di riferimento e riportate su idonee schede di rilevamento.

## 6.9 DEFINIZIONE PUNTUALE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Sono state previste analisi sulle acque sotterranee all'interno di ogni area di cantiere. In definitiva quindi individuati n. 10 stazioni di prelievo, secondo lo schema di tabella.

Stazioni di monitoraggio Ambiente idrico: acque sotterranee				
Stazione	Localizzazione	Descrizione	Cantiere/durata	Fasi
ASO-01	km 4+450	Il punto è localizzato in corrispondenza di un pozzo ubicato nella piana alluvionale del fiume dell'Adda che intercetta la falda presente nei depositi alluvionali a valle della galleria artificiale di progetto.	Unità di Macro cantierizzazione 3 Durata 1.604 gg	AO, CO, PO
ASO-02	km 4+983	La postazione è costituita da un punto d'acqua derivante dalla captazione di un rio utilizzata a scopo agricolo.	Unità di Macro cantierizzazione 3 (realizzazione trincea) e Unità di Macro cantierizzazione 4 Durata 1.604 gg	AO, CO, PO
ASO-03	km 5+065	Il punto è localizzato in corrispondenza dell'imbocco della galleria naturale ovest dove è situato il cantiere operativo ed è volta al monitoraggio delle acque di galleria	Unità di Macro cantierizzazione 4 Durata 1.336 gg	AO, CO
ASO-04	km 5+565	Il punto è ubicato lungo la Valle Bui in corrispondenza di una sorgente che alimenta una fontana/abbeveratoio e si trova a monte dell'area interessata dalla costruzione della galleria naturale.	Unità di Macro cantierizzazione 4 Durata 1.336 gg	AO, CO, PO
ASO-05	km 6+170	Il punto è localizzato in corrispondenza dell'imbocco della galleria naturale est dove è situato il cantiere operativo ed è volta al monitoraggio delle acque di galleria	Unità di Macro cantierizzazione 4 Durata 1.336 gg	AO, CO

## 6.10 RIEPILOGO DEL PIANO DI MISURE

Nella tabella seguente si riportano in dettaglio il numero dei rilievi previsti per la Componente Acque sotterranee. Il numero delle indagini per la fase di corso d'opera è stata derivata dalla durata delle attività di realizzazione previste da cronoprogramma.

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O.	P.O.
ASO-01	4	18	4
ASO-02	4	18	4
ASO-03	4	15	4
ASO-04	4	15	4
ASO-05	4	15	4
<b>Totale rilievi</b>	<b>20</b>	<b>81</b>	<b>20</b>

## 7 SUOLO

Il suolo è una matrice ambientale che si sviluppa dalla superficie fino ad una profondità di 1 metro. Il monitoraggio di questa componente ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza dell'opera infrastrutturale sulle caratteristiche pedologiche dei terreni, in particolare quelli dovuti alle attività di cantiere.

Il concetto di "qualità" si riferisce alla fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e dunque alla capacità agro-produttiva, ma anche a tutte le altre funzioni utili, tra cui principalmente quella di protezione. Più in generale misura la capacità del suolo di favorire la crescita delle piante, di proteggere la struttura idrografica, di regolare le infiltrazioni ed impedire il conseguente inquinamento delle acque.

Le operazioni di monitoraggio della componente suolo consentiranno di valutare le modificazioni delle caratteristiche pedologiche dei terreni dovute alle operazioni di impianto dei cantieri e alle relative lavorazioni in corso d'opera.

Le alterazioni della qualità dei suoli conseguenti all'impianto e alle lavorazioni di cantiere possono essere sintetizzate come segue:

- modificazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni;
- modificazioni delle caratteristiche agronomiche del terreno vegetale stoccato nei cantieri e da riutilizzare per il ripristino dei medesimi o per il rivestimento delle scarpate ed i rinterri nelle aree destinate a verde;
- variazione di fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati costitutivi, infiltrazione di sostanze chimiche, etc.).

Le attività di monitoraggio riguardano tre distinte fasi:

- ante operam, per conoscere le caratteristiche iniziali dei suoli interessati;
- di costruzione o in corso d'opera;
- post operam.

Il monitoraggio ante-operam sarà volto alla conoscenza di fertilità e caratteristiche fisiche del suolo.

Il monitoraggio in corso d'opera è finalizzato al controllo periodico della correttezza nella gestione e conservazione dei cumuli di terreno vegetale.

Il monitoraggio post-operam viene effettuato al fine di verificare il corretto ripristino delle caratteristiche pedologiche ed agronomiche dei terreni, a seguito dello smantellamento dei cantieri.

Il monitoraggio si distingue nelle due seguenti tipologie di attività:

- monitoraggio dei suoli nelle aree di cantiere dove è previsto il ripristino dei medesimi e la sistemazione a verde agricolo o pubblico al termine dei lavori;
- monitoraggio delle aree di stoccaggio del terreno vegetale.

Le aree maggiormente sensibili, che verranno monitorate, sono le aree di cantiere per le quali è previsto il ripristino finale dell'area a verde (ad uso agricolo o di verde di ricucitura ambientale) e le aree di stoccaggio delle terre da scavo.

L'articolazione delle azioni relative ad ogni fase del monitoraggio è descritta più dettagliatamente nei capitoli seguenti.

### 7.1 QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

#### LEGGI NAZIONALI

D.M. Politiche Agricole 11 maggio 1992 – Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo".



D.M. 25 ottobre 1999, n. 471 - Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni.

D.M. Politiche Agricole 13/09/1999 - Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo".

D.M. Politiche Agricole e Forestali 25/03/2002 – Rettifiche al decreto ministeriale 13 settembre 1999 riguardante l'approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo.

D.M. Politiche Agricole e Forestali 8 luglio 2002 Approvazione dei metodi ufficiali di analisi microbiologica del suolo.

D.M. Politiche Agricole e Forestali 23 febbraio 2004, Approvazione dei metodi ufficiali di analisi biochimica del suolo.

Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 Norme in materia ambientale.

#### LINEE GUIDA

FAO, ISRIC (1990): Guidelines for soil description.

Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale, "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. n.163 del 12/04/06 ", Rev. 2 del 23 luglio 2007

STANDARD PER GLI ACCERTAMENTI:

Norme IRSA-CNR

Norme UNICHIM-UNI

## **7.2 RISCHI DI DEGRADAZIONE CHIMICO-FISICA DEL SUOLO - INTERVENTI PER PIANIFICARE MITIGAZIONE E RIPRISTINO**

### **7.2.1 I RISCHI**

La qualità del suolo si manifesta principalmente attraverso due aspetti:

- la capacità del suolo a svolgere le funzioni di volta in volta necessarie a garantire il mantenimento di un equilibrio ambientale, economico, sociale, ecc.; tale capacità è legata principalmente alle caratteristiche strutturali ed ecologiche del suolo;
- l'adeguatezza all'uso correlata all'influenza delle attività umane che incidono in maniera più o meno intensa modificando talvolta drasticamente le caratteristiche naturali del suolo.

Secondo l'OCSE i principali processi di degradazione ambientale sono generalmente riconducibili all'erosione del suolo, alla sua sommersione, all'acidificazione, alla salinizzazione, alla sodicizzazione, al compattamento, alla formazione di croste superficiali e di strati compatti lungo il profilo, alla perdita di sostanza organica, al deterioramento della struttura, alla desertificazione, all'accumulo di sostanze tossiche, alla perdita di elementi nutritivi.

I due terzi dei suoli dell'Italia presentano preoccupanti problemi di degradazione, in virtù di una gestione territoriale non sempre corretta. Tali fenomeni di degradazione ambientale si sono più accentuati in quelle aree ove è stata più forte l'attività antropica, la quale non sempre è avvenuta in maniera compatibile con i criteri fondamentali della conservazione del suolo, anche se l'area su cui insiste la nuova infrastruttura non può ritenersi ricompresa tra quelle ad intensa attività antropica.

L'incremento di superficie adibita a scopo urbano, di infrastrutture e di reti di comunicazione può essere considerato come il principale ed il più evidente tipo di pressione gravante sul territorio. Oltre ad essere direttamente collegati alla perdita della risorsa, gli impatti sul suolo conseguenti a tale incremento si riassumono in perdita di valore qualitativo delle aree rurali, in frammentazione delle unità colturali ed in inquinamento da fonti diffuse diverse da quelle agricole. Il termine di urbanizzazione assume nello specifico il significato di cementificazione e "sigillatura" dei suoli ad opera dell'edificazione del territorio; ciò deriva dal fatto che gli interventi edificatori o infrastrutturali comportano il decorticamento e l'impermeabilizzazione della sede in cui si lavora.

Per l'infrastruttura in analisi, i problemi che possono essere causati alla matrice pedologica sono di tre categorie:

1. perdita di materiale naturale
2. contaminazione dei suoli dovuta ad incidenti
3. impermeabilizzazione dei terreni.

La perdita del materiale risulta rilevante, in considerazione dell'entità dell'intervento in progetto. Il tracciato si sviluppa per lo più in rilevato senza nessuna galleria naturale che, come noto, implica la perdita di grosse quantità di materiale. In sede di monitoraggio bisognerà fare attenzione al controllo del mantenimento delle caratteristiche strutturali dei suoli nelle aree di cantiere, spesso utilizzate anche come siti di deposito temporaneo.

La contaminazione, sicuramente più probabile nelle aree di cantiere (per questo scelte come sedi dei punti di controllo), può essere tenuta sotto controllo. Normalmente gli sversamenti accidentali, per lo più dovuti ai mezzi di trasporto e di movimentazione, sono evidenti e pertanto si può correre ai ripari in tempi veloci garantendo un margine elevato di sicurezza. Nel caso dovessero verificarsi contaminazioni accidentali, si prevedranno delle indagini extra e specifiche, in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, in contemporanea a controlli sulle acque superficiali e sotterranee. Diversamente, i sondaggi previsti saranno sufficienti a garantire un controllo adeguato.

L'ultimo problema, l'impermeabilizzazione dei suoli, è più legato alle caratteristiche strutturali intrinseche dell'opera che ad episodi specifici. La copertura del terreno con asfalto, il passaggio di mezzi pesanti, l'asportazione del materiale causano asfissia, compattazione o impoverimento del suolo stesso. Da ciò può derivare un'impermeabilizzazione dei terreni difficilmente reversibile. Oltretutto i suoli su cui si va ad agire sono già tendenzialmente argillosi e ciò potrebbe favorire il processo. Ciononostante, il problema è ridotto grazie alla fitta rete idrica superficiale e sotterranea ed alla vegetazione presente in loco, nonché alle mitigazioni ambientali nella loro totalità. I sondaggi garantiranno un controllo continuo dello stato dell'arte, anche se il progetto della SS-Olbia segue già un tracciato coerente con il criterio di cautela.

### 7.2.2 GLI INTERVENTI

Gli interventi di mitigazione e ripristino potranno essere diversi a seconda del tipo di problema incontrato.

Per quanto riguarda la perdita di materiale asportato, bisogna considerare che tutti i terreni utilizzati in sostituzione di questa porzione inerte avranno sicuramente migliori caratteristiche prestazionali, essendo stati scelti appositamente. La porzione eliminata, d'altro canto, sarà stoccata in apposite aree senza creare impatti particolari sul territorio. Dunque, la scelta oculata delle zone di cava e scarica è considerata di per sé un ottimo metodo per mitigare il problema della perdita del materiale naturale.

Per quanto concerne le eventuali contaminazioni in corso d'opera, saranno chiaramente attivate tutte le misure consolidate di prevenzione nelle aree di cantiere, quali:

- la realizzazione delle vasche di contenimento delle sostanze pericolose
- lo stoccaggio di materiale assorbente
- la predisposizione di aree predisposte per le movimentazioni pericolose
- ecc.

Nel caso dovessero concretizzarsi emergenze impreviste, verrà attivato comunque l'iter procedurale e le metodologie previste nel Testo Unico Ambientale.

L'impermeabilizzazione dei suoli è un rischio difficilmente mitigabile, per evitare il quale ci si avvarrà del miglior utilizzo del sistema di canali, garantendo un buon funzionamento del sistema

idraulico del territorio. Ad ogni modo, l'area circostante il tracciato è tuttora naturale e ciò, insieme alle mitigazioni ambientali, favorirà un buon mantenimento delle caratteristiche originarie della struttura pedologica.

## 7.3 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

### 7.3.1 FINALITÀ DEL MONITORAGGIO ANTE OPERAM

Il monitoraggio Ante Operam ha lo scopo di caratterizzare lo stato del suolo, in termini qualitativi e quantitativi, prima dell'inizio dei lavori. Il MAO fornirà un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche del terreno che permetterà di definire gli interventi possibili per ristabilire eventuali condizioni di disequilibrio.

### 7.3.2 PARAMETRI DA DETERMINARE (INDAGINI TIPO SUO)

Per le finalità esposte, nella fase AO dovranno essere realizzate campagne di indagine, attraverso l'esecuzione di profili, per determinazione delle caratteristiche pedologiche delle aree.

Per ogni campione saranno individuati i seguenti parametri:

- **Parametri ambientali:** Potenziale REDOX, pH, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Vanadio, Cromo totale, Cromo VI, Idrocarburi C>12, BTEX, IPA;
- **Parametri agronomici:** pH, Capacità di scambio cationico (C.S.C.), Tessitura, Basi scambiabili, Contenuto in carbonio organico, Calcare totale, Calcare attivo, Ntot e P assimilabile.

Per ogni stazione di monitoraggio si prevedono le seguenti attività:

- **Profilo pedologico:** sarà realizzato uno scavo con mezzo meccanico fino alla profondità di 1,5 m, sarà effettuata la scopertura della parete e quindi verrà prodotto un report fotografico con descrizione degli orizzonti individuati;
- **Campionamento:** sarà prelevato un campione per ciascun orizzonte individuato;
- **Analisi di laboratorio:**
  - su tutti i campioni prelevati saranno condotte analisi chimico-fisiche;
  - solo sui campioni superficiali (0-50 cm) saranno condotte analisi agronomiche.

Per ciascuna stazione saranno prelevati n. 2 campioni a diverse profondità; per ogni campione saranno individuati i seguenti parametri:

- **Parametri ambientali:** Potenziale REDOX, pH, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Mercurio, Vanadio, Cromo totale, Cromo VI, Idrocarburi C>12, BTEX, IPA;
- **Parametri agronomici:** pH, Capacità di scambio cationico (C.S.C.), Tessitura, Basi scambiabili, Contenuto in carbonio organico, Calcare totale, Calcare attivo, Ntot e P assimilabile.

### 7.3.3 FREQUENZA DELLE OPERAZIONI DI MONITORAGGIO AO

Le attività descritte nel paragrafo precedente verranno eseguite, nella fase Ante Operam, una sola volta.

## 7.4 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

### 7.4.1 FINALITÀ DEL MONITORAGGIO CO

Il monitoraggio in Corso d'Opera ha lo scopo di verificare la corretta conservazione del terreno vegetale che, a seguito dello scotico delle aree di lavoro e di cantiere, viene mantenuto in cumuli presso apposite aree di stoccaggio al fine di essere impiegato al termine dei lavori per il ripristino ambientale delle aree.

#### 7.4.2 PARAMETRI DA DETERMINARE

Il monitoraggio avrà lo scopo di verificare i seguenti parametri:

- altezza massima dei cumuli di terreno di stoccaggio;
- corretto inerbimento dei cumuli di terreno.

Esso avrà inoltre lo scopo di determinare l'eventuale presenza di situazioni di contaminazione che possono avere interessato il terreno vegetale.

Il monitoraggio verrà effettuato tramite analisi visive.

#### 7.4.3 FREQUENZA DELLE OPERAZIONI DI MONITORAGGIO CO

Il monitoraggio CO verrà svolto con un sopralluogo con cadenza semestrale presso ciascuna delle aree di stoccaggio delle terre da scavo che verranno reimpiegate come terreno vegetale di copertura nelle aree di cantiere, sulle scarpate dei rilevati o nell'ambito di altri lavori di riambientalizzazione.

Sono escluse le aree interessate allo stoccaggio dei terreni che verranno riutilizzati per la costruzione dei rilevati o per il confezionamento di conglomerati cementizi o bituminosi.

### 7.5 MONITORAGGIO POST OPERAM

#### 7.5.1 FINALITÀ DEL MONITORAGGIO PO

Questa fase ha l'obiettivo di evidenziare, sui punti maggiormente critici in base alla localizzazione delle attività di cantiere, le eventuali alterazioni delle caratteristiche originarie del terreno. Nel caso venissero riscontrate variazioni significative negative, prima della sistemazione finale, si dovrà provvedere alla bonifica del terreno.

#### 7.5.2 PARAMETRI DA DETERMINARE

Su tutti i terreni campionati nella fase AO verranno ripetute le determinazioni relative ai parametri chimico-fisici e chimici citati in precedenza.

#### 7.5.3 FREQUENZA DELLE OPERAZIONI DI MONITORAGGIO PO

Le operazioni di monitoraggio Post Operam verranno realizzate una sola volta dopo le attività di sgombero del cantiere e di rinaturalizzazione del sito che prevedono:

- la rimozione di tutti i materiali dalle aree di cantiere dismesse;
- lo scotico dello strato superficiale del terreno per una altezza variabile in funzione del grado di compattazione acquisito nel corso delle lavorazioni e la epicatura del terreno sottostante per un'adeguata profondità;
- la posa in opera e il rimodellamento di terreno vegetale, accantonato per tutta la durata dei lavori, nei siti coinvolti dalla cantierizzazione.

Si prevede un'attesa di un anno dal termine di tali attività per l'effettuazione delle attività di monitoraggio Post Operam, al fine di permettere un certo reimpianto del suolo.

#### 7.5.4 METODOLOGIE DI RILEVAMENTO

Il termine comunemente usato in pedologia per indicare un'osservazione pedologica nel suo insieme è il profilo ("soil profile" in USDA-SCS 1998), il quale viene ricavato per mezzo di un taglio verticale realizzato a mano o con mezzo meccanico. In alternativa al profilo realizzato con scavo, viene indicata l'esecuzione di una perforazione manuale mediante l'impiego di una trivella (tipo olandese), tramite la quale viene realizzata la "trivellata".

Mediante la tecnica indicata si recupera il terreno e se ne ricostruisce il profilo, operando nel seguente modo:

- identificare l'area dove poter realizzare il foro con la trivella tale che la stessa area possa essere sufficientemente rappresentativa del terreno investigato;
- stendere un telo di plastica o altro materiale liscio in prossimità del foro sul quale depositare il materiale proveniente dal foro;
- realizzare la perforazione, riempiendo il "carotiere manuale". Formare un profilo di 1.5 metri rimuovendo successivamente i campioni di terreno con la trivella e avendo cura di misurare, di volta in volta, la profondità di campionamento;
- partendo dalla superficie, osservare il profilo del suolo identificando eventuali cambiamenti delle caratteristiche;
- procedere a caratterizzare le proprietà di ogni strato di terreno identificato,
- effettuare eventuali prese fotografiche ed il prelievo di campioni;
- richiudere il foro con il materiale estratto.

#### Prelievo di campioni

Per ciascun livello omogeneo verrà ricavato un campione ottenuto mescolando e "quartando" il materiale. Si dovrà così ottenere un quantitativo di circa 500 g da destinare alle analisi chimiche e chimico-fisiche.

#### Descrizione del profilo

La descrizione del profilo, nonché il rilievo dei parametri fisici e le analisi dei parametri chimici richiesti, saranno effettuati come di seguito descritto.

Ubicazione	
Codifica del punto di campionamento	Ubicazione amministrativa (comune, provincia)
Coordinate geografiche	Progressiva del tracciato stradale
Toponimo di riferimento	Data
Rilevatore	Altre osservazioni

Parametri pedologici	
Esposizione	
Pendenza	
Uso del suolo	Tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 mq attorno al punto di monitoraggio.
Pietrosità superficiale	Percentuale relativa di frammenti di roccia alterata di dimensioni superiori ai 25 cm) presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, rilevata utilizzando gli appositi codici numerici.
Rocciosità affiorante	Percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 mq attorno al punto di monitoraggio
Fenditure superficiali	Indicazione, per un'area di circa 100 mq, del numero, lunghezza, larghezza e profondità in cm delle fessure presenti in superficie.
Vegetazione	Descrizione, mediante utilizza di unità sintetiche fisionomiche e floristiche, della vegetazione naturale eventualmente presente nell'intorno areale del punto di monitoraggio.
Stato erosivo	Presenza di fenomeni di erosione/sedimentazione
permeabilità	Velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale, rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuibile allo strato a granulometria più fine presente nel suolo.

Classe di drenaggio	
Strato pedogenetico	Definizione del materiale immediatamente sottostante il suolo e a cui si presume che quest'ultimo sia geneticamente connesso.

### Designazione degli orizzonti e dei parametri chimico-fisici

Si riferisce al suolo ed al suo profilo e comprende le caratteristiche degli orizzonti individuati e ordinati in sequenza in rapporto alla profondità, seguita dalla descrizione dei parametri fisici degli orizzonti.

Designazione degli orizzonti e dei parametri chimico-fisici	
Designazione orizzonte	Designazione genetica mediante codici alfanumerici e secondo le convenzioni definite in IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) e SOIL SURVEY STAFF (1998).
Profondità della falda	Profondità del livello della falda stabilizzato.
Limiti di passaggio	Confine tra un orizzonte e quello immediatamente sottostante, definito quanto a "profondità", "tipo" (ampiezza dell'intervallo di passaggio), "andamento" (geometria del limite).
Colore allo stato secco e umido	Mediante confronto con le "tavole Munsell".
Tessitura	Stima della percentuale di sabbia, limo e argilla presenti nella terra fine, (triangolo tessiturale della "Soil Taxonomy – USDA").
Struttura	Entità e modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo che danno unità strutturali naturali relativamente permanenti (aggregati), o meno persistenti quali zolle e frammenti; definire "grado" di distinguibilità-stabilità, "dimensione" e "forma" degli aggregati.
Consistenza	Definire il grado di coesione e adesione che in relazione al grado di umidità del suolo, presenta specifiche caratteristiche di resistenza, rottura, cementazione, adesività e plasticità.
Porosità	Vuoti di diametro superiore a 60 µm, definiti quanto a "diametro" e "quantità".
Umidità	Utilizzo di codici descrittivi (asciutto, poco umido, umido, molto umido, bagnato).
Contenuto in scheletro	Frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, rilevato quanto ad abbondanza (percentuale riferita al totale del suolo, dimensioni (classe dimensionale prevalente), litologia ( natura prevalente dei frammenti di roccia).
Concrezioni e noduli	Presenza di cristalli, noduli, concrezioni, concentrazioni, definite quanto a composizione, tipo, dimensioni e quantità.
Effervescenze saline	Determinazione indiretta della presenza ( e stima approssimata della quantità) di carbonato di calcio, tramite effervescenza all'HCl.
Fenditure o fessure	Vuoti ad andamento planare, delimitanti aggregati, zolle frammenti, definiti quanto alla "larghezza".
pH	Rilevato direttamente sul terreno mediante kit oppure determinazione di laboratorio.

### Parametri chimici

In laboratorio si effettueranno le determinazioni dei seguenti parametri, utilizzando i metodi elencati, o altri metodi certificati nei riferimenti normativi (per i dettagli dei metodi si vedano i riferimenti normativi), se non diversamente specificato.

Parametri chimici	
Capacità di scambio cationica	Espressa in meq/100g di suolo, tramite il metodo di Bascom modificato.
Azoto totale	Espresso in % determinato tramite il metodo Kjeldhal.
Fosforo assimilabile	Espresso in mg/kg, con metodo Olsen nei terreni con pH in acqua > di 6.5, con metodo Bray Kruz nei terreni con pH < 6.5.
Carbonati totali	Determinazione gas volumetrica della CO <sub>2</sub> che si sviluppa trattando il suolo con HCl.
Sostanza organica	Contenuto di carbonio organico espresso in % e determinato secondo il metodo Walkley e Black.
As, Cd, Cr tot., Hg, Pb, Ni	Cfr. paragrafo acque
Idrocarburi totali	Cfr. paragrafo acque
Btex	Cfr. paragrafo acque
Pcb	Cfr. paragrafo acque
IPA	Cfr. paragrafo acque

## 7.6 DEFINIZIONE PUNTUALE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

I punti di monitoraggio del suolo sono stati individuati:

- all'interno di tutte le aree di cantiere fisso, prevedendo per problematiche di spazio che i terreni di scotico superficiali siano stoccati temporaneamente nell'area di stoccaggio;
- nell'area di stoccaggio delle terre dove sarà collocato il terreno destinato ai ripristini ambientali;
- nelle aree in cui sono previsti ritombamenti.

In relazione alla diversa estensione areale delle aree è stato considerato un punto di indagine ogni circa 10.000 mq. Tali punti sono contraddistinti con una lettera dell'alfabeto

Nella tabella seguente sono identificati i punti di monitoraggio.

Stazioni di monitoraggio Suolo e sottosuolo			
Stazione	Localizzazione	Superficie area di cantiere (mq)	Fasi
SUO-01	Cantiere base B1	8.900	AO, PO
SUO-02	Cantiere base B2	4.200	AO, PO
SUO-03	Cantiere operativo sottopasso ferroviario	5.500	AO, PO
SUO-04a,b,c,e,f	Area stoccaggio	45.000	AO, CO, PO
SUO-05	Cantiere operativo ponte Adda e svincolo di Tirano	1.800	AO, PO
SUO-06	Cantiere di servizio	6.500	AO, PO
SUO-07	Cantiere operativo galleria artificiale	1.900	AO, PO
SUO-08	Ritombamento galleria artificiale	9.000	AO, PO
SUO-09	Cantiere operativo galleria naturale imbocco ovest	5.800	AO, PO
SUO-10	Cantiere operativo galleria naturale imbocco est	3.100	AO, PO

## 7.7 RIEPILOGO DEL PIANO DI MISURE

Nella tabella seguente si descrivono in dettaglio il numero dei rilievi previsti per la Componente Suolo secondo l'articolazione temporale (durata e frequenza) illustrata sopra

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O.	P.O.
SUO-01	1	-	1
SUO-02	1	-	1
SUO-03	1	-	1
SUO-04	5	55	1
SUO-05	1	-	1
SUO-06	1	-	1
SUO-07	1	-	1
SUO-08	1	-	1
SUO-09	1	-	1
SUO-10	1	-	1
<b>Tot. rilievi</b>	<b>14</b>	<b>55</b>	<b>14</b>



## 8 RUMORE

L'obiettivo generale del Monitoraggio Ambientale della Componente Rumore è il controllo dell'inquinamento acustico che potrà essere indotto dalla costruzione e dall'esercizio del tratto stradale e la verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione adottati per la fase di costruzione e per quella di esercizio, in modo da consentire, nel caso sia necessario, l'adozione di ulteriori interventi o accorgimenti di protezione acustica a tutela dei ricettori sensibili presenti nell'area interessata.

Per la redazione del progetto di monitoraggio si è tenuto conto dei risultati dello studio acustico del Progetto definitivo, dei risultati nelle misure effettuata in fase di progetto esecutivo ma soprattutto prescrizioni CIPE, riportate in sintesi nei seguenti punti:

### Prescrizione 1

- ❖ *In esercizio non dovranno verificarsi tra ante e post operam, per effetto della realizzazione dell'opera, transizioni da situazioni di conformità a situazioni di non conformità ai limiti di rumore, né incrementi apprezzabili nel post operam di livelli di rumore che nell'ante operam fossero superiori ai limiti. (1.5.4.3)*

### Prescrizione 2

- ❖ *Nell'ambito delle azioni previste dal piano di monitoraggio ambientale, relativamente alla componente rumore, dovranno essere realizzate rilevazioni fonometriche post operam specificamente finalizzate a verificare il rispetto dei limiti di rumore e l'efficacia delle misure di mitigazione; ad esito della campagna di misure il proponente dovrà definire e dimensionare le eventuali ulteriori misure di mitigazione che risultassero necessarie, individuando i tempi per la loro realizzazione. (1.6.4.1)*

In fase di progetto definitivo veniva condotto uno studio acustico che comprendeva:

- 1) il censimento ricettori all'interno della fascia di pertinenza acustica prevista dal DPR 142/04;
- 2) le simulazioni acustiche per la valutazione dei livelli acustici post operam e post mitigazione in corrispondenza di tutti i ricettori ricadenti nella fascia di pertinenza acustica;
- 3) le planimetrie con curve isofoniche post operam e post mitigazione.

Da tale studio acustico, nonostante l'inserimento degli interventi di mitigazione si riscontrava la presenza di superamenti dei limiti nella situazione post operam in corrispondenza di n. 4 ricettori residenziali, di n. 1 ricettore misto e n. 1 ricettore sensibile costituito da una scuola.

Di questi, n. 3 residenziali e l'edificio a destinazione mista sono situati al termine del tracciato e quindi attualmente caratterizzati da un clima acustico superiore ai limiti per la presenza della SS38 esistente, tuttavia le indagini eseguite nel PD evidenziano un miglioramento per effetto della realizzazione della variante.

Per un ricettore residenziale il PD ha stimato un livello interno comunque entro i limiti di norma anche con infissi di caratteristiche scadenti.

La scuola si trova ad oltre 250 metri dalla strada, in una posizione rialzata difficilmente mitigabile mediante barriere antirumore e comunque, nonostante non sia stato stimato un impatto interno, il PD ha previsto la sostituzione degli infissi con serramenti antirumore.

Per questi ricettori si prevede comunque la realizzazione di misure post operam.

Il piano di monitoraggio ambientale veniva strutturato con lo scopo precipuo di verificare l'impatto delle lavorazioni nonché le risultanze dello studio acustico con l'entrata in esercizio della nuova infrastruttura. Lo stesso è stato articolato nelle tre seguenti "macrofasi" temporali:

- Ante-operam;

- Corso d'opera;
- Post-operam.

In particolare, il monitoraggio della fase *ante-operam* è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- integrare e verificare i risultati del monitoraggio effettuato nel PE per meglio testimoniare lo stato dei luoghi precedentemente all'apertura dei cantieri ed al completamento dei lavori;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;
- consentire un agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente eventuali interventi di mitigazione.

Le finalità del monitoraggio della fase in *corso d'opera* sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato ante-operam, dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere opportune modifiche nella gestione delle attività di cantiere ovvero di realizzare adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

In relazione alla distribuzione dei ricettori sensibili al rumore, si è previsto di rilevare sia il rumore emesso dai cantieri fissi sia quello derivante del fronte lavori lungo il tracciato.

E' stata effettuata, pertanto, una valutazione preventiva dei luoghi a maggiore rischio di impatto e delle azioni di progetto più significative nei riguardi dei ricettori presenti, che ha consentito di individuare le aree di maggiore sensibilità in corrispondenza delle quali si è previsto di realizzare il monitoraggio.

La campagna di monitoraggio potrà, pertanto, consentire di verificare che sia garantito il rispetto dei vincoli previsti dalle normative vigenti, nazionali e comunitarie che prevedono sia limiti del rumore prodotto dalle attrezzature, sia i valori massimi del livello sonoro prodotto ai confini delle aree di cantiere.

Anche per quanto concerne il rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria, il progetto di monitoraggio ambientale potrà consentire la verifica dei livelli indotti e l'eventuale predisposizione di nuovi e/o più adeguati accorgimenti mitigativi.

Il monitoraggio della fase *post-operam* è finalizzato a conseguire i seguenti obiettivi specifici:

- confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero" con quelli rilevati durante l'esercizio dell'opera in modo da evidenziare l'apporto all'inquinamento ambientale indotto dall'adeguamento dell'infrastruttura (Prescrizione 1) e verificare la congruenza tra situazione reale e conclusioni dello studio acustico;
- verifica il rispetto dei limiti acustici e l'efficacia degli interventi di mitigazione (Prescrizione 2)

Il progetto di monitoraggio per la Componente Rumore definisce, in sintesi, i seguenti aspetti di seguito illustrati:

- Le "aree da monitorare" e i punti di misura;
- L'articolazione temporale degli accertamenti;
- I parametri oggetto di rilevamento;
- Le caratteristiche della strumentazione di misura;
- Le specifiche tecniche per l'esecuzione degli accertamenti;

- Le modalità di gestione e rappresentazione dei risultati.

### 1.5.2 QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

Nell'ambito della redazione del presente progetto di monitoraggio ambientale della componente "Rumore" si è fatto riferimento alle normative di seguito indicate:

- DM n.588 del 28.11.1987: "Attuazione delle direttive CEE n.79/113, n.81/1051, n.85/405, n.84/533, n.85/406, n.84/534, n.84/535, n.85/407, n.84/536, n.85/408, n.84/537 e n.85/409 relative al metodo di misura del rumore, nonché del livello sonoro o di potenza acustica di motocompressori gru a torre, gruppi elettrogeni di saldatura, gruppi elettrogeni e martelli demolitori azionati a mano, utilizzati per compiere lavori nei cantieri edili e di ingegneria civile";
- DPCM 1.3.91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- DL 27.01.1992 n.135: "Attuazione delle direttive 86/662/CEE e 89/514/CEE in materia di limitazione del rumore prodotto dagli escavatori idraulici e a funi, apripista e pale caricatrici";
- DM 4.03.1994 n.316: "Regolamento recante norme in materia di limitazione del rumore prodotto dagli escavatori idraulici e a funi, apripista e pale caricatrici";
- Legge 26.10.95 n. 447: "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 11.12.96: "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo";
- DPCM 14.11.97: "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- DM Ambiente 16.3.98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- Ministero dell'industria del commercio e dell'artigianato Decreto 26.06.1998 n.308: "Regolamento recante norme di attuazione della direttiva 95/27/CE in materia di limitazione del rumore prodotto da escavatori idraulici, a funi, apripista e pale caricatrici";
- DPR 01.06.04 n. 142: "Regolamento recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447";
- Decreto Legislativo 17/02/2017 n. 42 Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161
- Raccomandazione ISO 1996 Parti 1, 2 e 3 "Caratterizzazione e misura del rumore ambientale";
- Norma UNI 9433 "Valutazione del rumore negli ambienti abitativi";
- Norma UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale".

### 1.5.3 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO, STRUMENTAZIONE DI MISURA E PARAMETRI DA MONITORARE

Per quanto riguarda la componente "rumore" il possibile inquinamento acustico indotto dalle opere di progetto è in relazione sia con la fase di costruzione, sia con la fase di esercizio.

Prima dell'apertura dei cantieri saranno altresì previsti una serie di accertamenti in campo mirati a definire lo stato acustico del territorio interessato sia dalla costruzione ed esercizio della nuova infrastruttura (monitoraggio Ante Operam).

In generale sono previsti i seguenti rischi di impatto:

- inquinamenti sonori dovuti alle attività di cantiere e di realizzazione dell'infrastruttura di progetto;
- inquinamenti sonori dovuti all'aumento del traffico veicolare generato dal passaggio degli autoveicoli per il trasporto dei materiali sulle piste e sulla viabilità nell'area;
- inquinamenti sonori dovuti all'esercizio dell'infrastruttura a completamento dei lavori.

Dal punto di vista dell'impatto della componente rumore, le aree critiche saranno in generale costituite da ricettori sensibili (edifici residenziali) localizzati:

- a ridosso dei cantieri fissi;
- a ridosso delle aree di lavoro;
- in corrispondenza delle residenze interessate dai transiti dei mezzi di trasporto (piste e altre viabilità);
- lungo l'infrastruttura stradale a completamento dei lavori.

Ne deriva che le attività di monitoraggio dovrà prevedere in generale le seguenti attività:

- 1) monitoraggio del rumore in prossimità dei cantieri fissi e delle aree di lavoro: ha lo scopo di determinare il livello di rumore per i ricettori sensibili al rumore derivante dalle attività di costruzione dell'opera (Fase di indagine ante operam e in corso d'opera);
- 2) monitoraggio del rumore da traffico: ha lo scopo di determinare il livello di rumore nelle zone a ridosso della viabilità e delle piste utilizzate dai mezzi addetti al trasporto dei materiali (Fase di indagine ante-operam e in corso d'opera).
- 3) monitoraggio del rumore in prossimità dell'infrastruttura: ha lo scopo di determinare per i ricettori sensibili il livello di rumore prodotto dal traffico veicolare sia per i ricettori localizzati entro la fascia di pertinenza acustica sia per quelli posti nella fascia immediatamente esterna (Fase di indagine post operam).

### 1.5.3.1 Criteri temporali per gli accertamenti

L'articolazione temporale delle rilevazioni dei livelli sonori sarà prevista in considerazione della possibile variabilità stagionale e giornaliera delle condizioni al contorno.

I fattori che possono determinare delle variazioni, anche di un certo rilievo, nella rilevazione dei livelli sonori sono rappresentati da:

- presenza di attività produttive;
- variabilità stagionale dei flussi autoveicolari;
- variabilità giornaliera (ciclo settimanale all'interno del periodo stagionale);
- tipologia e contributo energetico delle diverse sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- variazione dei parametri cinematici del flusso veicolare conseguente alle diverse condizioni di traffico ed all'incidenza dei veicoli pesanti;
- variabilità dei parametri meteorologici, con particolare riferimento alla velocità e direzione del vento, alla pioggia, alla neve ed alle diverse condizioni di stabilità atmosferica;
- variabilità delle caratteristiche di impedenza superficiale del terreno e delle perdite di inserzione indotte dalla presenza nell'area di indagine di schermature costituite da aree boscate, fasce alberate, arbusti e coltivazioni arboree.

Il fattore più significativo fra quelli elencati è sicuramente rappresentato dalla variabilità delle condizioni di traffico veicolare, anche se durante le rilevazioni devono essere comunque rispettate le prescrizioni relative agli aspetti meteorologici. Inoltre è opportuno sottolineare che le misure di rumore non dovranno essere effettuate in corrispondenza di periodi in cui sono generalmente riscontrabili significative alterazioni del traffico, quali ad esempio:

- il mese di agosto;
- le ultime due settimane di luglio;
- le settimane in cui le scuole sono chiuse per le festività di Natale (ultima settimana di dicembre e prima settimana di gennaio) e di Pasqua.
- nei giorni festivi e prefestivi, quando la circolazione dei veicoli pesanti è limitata o estremamente ridotta,
- nei giorni di mercato ed in quelli che coincidono con particolari eventi attrattori di traffico (feste patronali fiere, scioperi degli addetti al trasporto pubblico, ecc.)

Si ritiene, infatti, che una volta escluse queste situazioni particolari, negli altri periodi dell'anno le variazioni dei flussi di traffico in corrispondenza del periodo di riferimento notturno e diurno possano essere contenute nella misura del 10-20%, che corrisponde ad un margine di errore di  $\pm 1$  dB (A) sui livelli di rumore.

### 1.5.3.2 Parametri da monitorare

Nel corso delle campagne di monitoraggio ante-operam, corso d'opera e post-operam verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- Parametri acustici;
- Parametri meteorologici;
- Parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati saranno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine, con le modalità che verranno di seguito indicate.

#### Descrittori acustici

Per quanto riguarda i *Descrittori Acustici* il D.P.C.M 1/03/91 definisce il Livello di pressione sonora al fine di esprimere il valore della pressione acustica associata ad un evento sonoro come:

$$Lp = 10 \log \left( \frac{p}{p_0} \right)^2$$

dove p è il valore efficace della pressione sonora istantanea

$$p = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p(t)^2 dt}$$

e  $p_0$  è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20 micropascal in condizioni standard.

Il livello di pressione sonora viene espresso in dB.

In accordo con quanto ormai internazionalmente accettato tutte le normative esaminate prescrivono che la valutazione di eventi sonori, variabili nel tempo e non, sia eseguita misurando il livello continuo equivalente di pressione ponderato "A" (espresso in dB(A)):

$$L_{Aeq,T} = 20 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A(t)^2}{p_0^2} dt \right]^{0.5} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A(t)^2}{p_0^2} dt \right]$$

dove:

$p_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma IEC n.651);

$p_0$  è la pressione di riferimento come prima definita

$T$  è l'intervallo di tempo di integrazione

$L_{Aeq,T}$  è il valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo.

Oltre al LAeq,T è necessario acquisire anche i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 90 e il 99% del tempo di rilevamento. Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L10), media (L50) e di fondo (L90 e, maggiormente, L99).

Per i rilievi in continuo saranno archiviati i seguenti parametri acustici:

- LA,eq con tempo di integrazione di 1 ora;
- I valori su base oraria dei livelli statici L1, L10, L50, L90, L99 (vedi figura);
- LA,eq sul periodo diurno (06-22);
- LA,eq sul periodo notturno (22-06);
- Time history con scansione di 1'

#### Parametri meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio saranno rilevati i seguenti parametri meteorologici:

- Temperatura;
- Velocità e direzione del vento;
- Piovosità;
- Umidità

Tali parametri acquisiti in continuo, durante la settimana di misura fonometrica, mediante una centralina meteo saranno effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche, caratteristiche dei bacini acustici di indagine e di verificare il rispetto delle prescrizioni legislative, che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/sec;
- presenza di nebbia, pioggia e di neve.

In particolare i parametri meteorologici saranno campionati su base oraria. In questo modo si potrà evincere se il dato fonometrico orario prima descritto è stato rilevato con condizioni meteorologiche accettabili.

#### Traffico veicolare

Contestualmente ai rilievi fonometrici sarà eseguito un monitoraggio del traffico. Il monitoraggio del traffico dovrà essere effettuato in continuo per la medesima durata dell'indagine fonometrica. A tale scopo dovranno essere utilizzati sistemi automatici quali ad esempio analizzatori di traffico portatili a microonde o analizzatori a tubi pneumatici.

I flussi veicolari saranno distinti in categorie:

- transiti di mezzi leggeri
- transiti di mezzi pesanti

I dati saranno forniti su base oraria e giornaliera aggregati per i periodi diurno e notturno.

Sarà inoltre essere prodotta la velocità media di percorrenza per ciascuna categoria veicolare.

Il rilievo veicolare sarà effettuato non solo per la fase post operam ma anche per quella ante operam o di corso d'opera per tutte le postazioni per le quali si prevede una componente di traffico veicolare. E' questo ad esempio il caso delle postazioni individuate lungo la viabilità ordinaria percorsa dai mezzi di cantiere.

#### Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio, è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentano di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio.

In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- toponimo;
- Comune con relativo codice ISTAT;
- stralcio planimetrico in scala 1:5000;
- zonizzazione acustica da DPCM 1/3/91 o da DPCM 14/11/1997;
- progressiva chilometrica del tracciato di progetto;
- lato dell'infrastruttura dove sono presenti i recettori;
- presenza di altre sorgenti acustiche;
- caratterizzazione acustica di tali sorgenti, riportando ad esempio i flussi e le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, ecc.;
- riferimenti della documentazione fotografica a terra;
- descrizione delle principali caratteristiche del territorio: copertura vegetale, tipologia dell'edificato.

Allo scopo di consentire il riconoscimento ed il riallestimento dei punti di misura nella fase post-operam, durante la realizzazione delle misurazioni fonometriche saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

### 1.5.3.3 Strumentazione di misura

Per lo svolgimento delle attività di monitoraggio è stato previsto l'utilizzo di strumentazioni rilocabili. La strumentazione per le misure di rumore deve essere conforme agli standard previsti nell'Allegato B del D.P.C.M. 1 marzo 1991 e nel D.M. 16/3/98 per la misura del rumore ambientale; tali standard richiedono una strumentazione di classe 1 con caratteristiche conformi agli standard EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

La strumentazione utilizzata per i rilievi del rumore deve essere in grado di:

- Misurare i parametri generali di interesse acustico, quali Leq, livelli statistici, SEL, Lmax, Lmin su base oraria;
- Archiviare dati relativi a Time History con scansione di 1';
- Memorizzare i dati per le successive elaborazioni e comunicare con unità di acquisizione e/o trattamento dati esterne.

Oltre alla strumentazione per effettuare i rilievi acustici, è necessario disporre di strumentazione semifissa a funzionamento automatico per i rilievi dei seguenti parametri meteorologici:

- Velocità e direzione del vento;
- Umidità relativa;
- Temperatura
- Piovosità

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è, pertanto, composta dai seguenti elementi:

- Analizzatore di precisione real time o fonometro integratore con preamplificatore microfonic;
- Microfoni per esterni con schermo antivento;

- Calibratore;
- Cavi di prolunga;
- Cavalletti, Stativi o aste microfoniche;
- Minicabine o valigette stagne, antiurto complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- Centralina meteorologica.

#### Taratura della strumentazione

La strumentazione, così come indicato nella normativa vigente, deve essere sottoposta a verifica di taratura in appositi centri specializzati (S.I.T.) almeno una volta ogni due anni. Il risultato della taratura effettuata deve essere validato da un apposito certificato.

#### Calibrazione della strumentazione

Per quanto riguarda la calibrazione degli strumenti, si è fatto riferimento alle modalità operative ed alle prescrizioni indicate nel D.M.A. 16/03/1998 in tema di calibrazione degli strumenti di misura.

A tale proposito, i fonometri e/o gli analizzatori utilizzati per i rilievi dei livelli sonori dovranno essere calibrati con uno strumento il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro e/o analizzatore stesso.

La calibrazione degli strumenti sarà eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura.

Le rilevazioni dei livelli sonori eseguite saranno valide solo se le due calibrazioni effettuate prima e dopo il ciclo di misura differiscono al massimo di  $\pm 0.5$  dB(A).

#### Validazione del dato fonometrico

Il singolo dato fonometrico orario sarà ritenuto valido nel caso in cui i parametri meteorologici relativi all'ora di riferimento siano in linea con le prescrizioni legislative. Nel caso ciò non accada il dato sarà annullato e sarà escluso dal computo dei LAeq diurni e notturni del giorno di riferimento.

Nel caso in cui i valori del LAeq annullati siano superiori al 30% del tempo di misura diurno e notturno l'intera misura eseguita sarà invalidata e dovrà essere ripetuta.

Per le misure del corso d'opera si farà riferimento al periodo di attività del cantiere.

### **1.5.3.4 Modalità di gestione delle varianze**

Per la Componente Rumore i livelli di riferimento da adottare, nel presente progetto, come soglie di intervento sono quelli dettati nella normativa vigente e di seguito riassunti.

Per la fase Ante Operam, in assenza di infrastruttura, si prenderanno in considerazione i limiti della zonizzazione acustica, mentre in prossimità di eventuali infrastrutture concorsuali saranno considerati i limiti di immissione prescritti dal DPR n.142 del 30 marzo 2004.

Nella fase CO, in cui il rumore è correlato a più fonti, si dovranno raffrontare i dati di rilievo con i limiti della zonizzazione acustica comunale.

Per la fase Post Operam si prenderanno in considerazione i limiti di immissione prescritti dal DPR n.142 del 30 marzo 2004 per i ricettori localizzati all'interno della fascia di pertinenza acustica ovvero quelli della zonizzazione acustica per le indagini effettuate in corrispondenza di ricettori extrasficia (cosidetti ricettori frontalieri).

Nella seguente tabella si riassumono, per il progetto in esame, sinteticamente le norme di riferimento per l'individuazione dei limiti da rispettare, nelle diverse fasi di monitoraggio.

PMA Norme di riferimento	
Fasi di Monitoraggio	Componente Rumore
Ante Operam	DPCM 14/11/97
	DPR 142/2004
Corso d'Opera	DPCM 14/11/97



PMA Norme di riferimento	
Fasi di Monitoraggio	Componente Rumore
Post Operam	DPR 142/2004
	DPCM 14/11/97

Anche per questa componente il superamento dei limiti di immissione riscontrato in corso di monitoraggio determina la necessità di adottare opportune mitigazioni.

Dal punto di vista organizzativo la figura responsabile della gestione delle variazioni è il *Responsabile Ambientale* che ha il compito di interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura e definire tutti i più opportuni interventi correttivi alle attività di cantiere e le eventuali misure di protezione da adottarsi in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale.

#### 1.5.4 DEFINIZIONE PUNTUALE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

I punti di misura, all'interno delle "aree di monitoraggio" sono stati scelti tenendo conto dei seguenti fattori:

- qualità e sensibilità del ricettore potenziale interferito;
- rilevanza, per la componente in esame, delle azioni di progetto, causa di impatto;
- modalità e tipologia degli accertamenti da effettuare;
- idoneità ad operare il confronto dei valori rilevati nelle fasi AO e PO (corrispondenza del punto di misura scelto con i punti di misura selezionati negli studi ambientali precedenti al PMA).

Le postazioni di misura saranno normalmente collocate in corrispondenza degli edifici residenziali individuati e, compatibilmente con la possibilità di poter eventualmente accedere agli appartamenti. Fa eccezione il RUM06 costituito da un impianto sportivo per il quale la postazione sarà localizzata nelle aree sportive fruite.

Per quanto concerne il corso d'opera è stata prevista attività di monitoraggio solo per i ricettori posti ad una distanza massima di 100 m dalle aree di fronte avanzamento lavoro/cantieri.

In sintesi, sono stati individuati 7 punti di indagine, distribuiti lungo il percorso stradale, come illustrato di seguito.

Stazione	Chilometrica	Distanza [m]	Cantiere/Attività/Durata	Localizzazione/Criteri scelta punto	Fasi
• RUM-01	Km 58+450 (SS38 esistente)	15m	Cantiere Base 1 e traffico dei mezzi d'opera Durata 1.915 gg	Il punto è posto in corrispondenza di un ricettore residenziale all'inizio del tracciato. Il ricettore sarà interessato dal rumore del cantiere e dei mezzi impiegati per il trasporto dei materiali	AO, CO
• RUM-02	Km 0+724	90 m	Cantiere operativo e traffico dei mezzi d'opera Durata 210 gg	Il punto è posto in corrispondenza ad un ricettore residenziale interessato dalle aree di lavoro per la costruzione del viadotto di attraversamento dell'Adda	AO, CO
• RUM-03	Km 0+805	50 m	Cantiere operativo e traffico dei mezzi d'opera Durata 210 gg	Il punto è posto in corrispondenza ad un ricettore residenziale interessato dalle aree di lavoro per la costruzione del viadotto di attraversamento dell'Adda	AO, CO
• RUM-04	Km 1+000	260 m	-	Il punto è posto in corrispondenza della scuola presso l'abitato di Stazzona per la quale il PD aveva stimato un impatto dell'opera in progetto.	AO, PO

• RUM-05	Km 2+005	39 m	Rilevato stradale e viabilità di connessione Durata 420 gg	Il punto è posto in corrispondenza ad un ricettore residenziale, in un'area attualmente interessata solo da traffico locale (frazione San Bernardo) in prossimità delle aree di lavoro per la costruzione del rilevato. Il PD prevede la realizzazione di barriere antirumore H=3m.	AO, CO, PO
• RUM-06	Km 3+240	68 m	Rilevato e rotonda di Tirano Durata 205 gg	Il punto è posto in corrispondenza di un ricettore residenziale presso lo svincolo di Tirano.	AO, CO, PO
• RUM-07	Km 4+945	15 m	Cantiere operativo GN lato Sondrio e corpo stradale Durata 1336 gg	Il punto è posto in corrispondenza di un ricettore residenziale molto vicino al tracciato della nuova infrastruttura, nel tratto compreso tra galleria naturale e galleria artificiale Il PD prevede la realizzazione di barriere antirumore H=3m.	AO, CO, PO
• RUM-08	Km 4+945	40 m	Cantiere operativo GN lato Bormio e corpo stradale Durata 1182 gg	Il punto è posto in corrispondenza di un ricettore residenziale posto nei pressi del cantiere operativo all'imbocco est della galleria naturale	AO, CO

### 1.5.5 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Il programma con l'articolazione temporale delle attività di monitoraggio per la componente in esame è riportato nella tabella seguente.

Sono state indicate due tipologie di accertamenti:

- misure in continuo della durata di 24h continuate da applicare nelle fasi AO e CO per il monitoraggio delle aree di cantiere non influenzate dalla presenza di traffico stradale
- misure in continuo della durata di una settimana da applicare nelle fasi AO e CO per il monitoraggio delle aree di lavoro interessato dal traffico stradale
- misure della durata di una settimana da applicare nella fase PO.

Le indagini saranno ripetute con cadenza trimestrale nel periodo di attività del singolo cantiere/realizzazione opera.

Per quanto riguarda le misure post operam, le stesse saranno effettuate con una indagine nel secondo semestre dall'apertura dell'infrastruttura che sarà ripetuta dopo 24 mesi.

### 1.5.6 RIEPILOGO DEL PIANO DI MISURE

Nella tabella seguente si descrivono in dettaglio il tipo, il numero e la tipologia dei rilievi previsti per la Componente Rumore, in ogni punto di rilievo, secondo l'articolazione temporale (durata e frequenza) illustrata sopra calata nel programma dei lavori specificatamente elaborato.

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO / DURATA					
	A.O.		C.O.		P.O.	
	24h	7gg	24h	7gg	24h	7gg
• RUM-01	-	1	-	20	-	-
• RUM-02	1	-	2	-	-	-
• RUM-03	1	-	2	-	-	-
• RUM-04	1	-	-	-	-	2
• RUM-05	1	-	2	-	-	2
• RUM-06	1	-	2	-	-	2
• RUM-07	1	-	15	-	-	2
• RUM-08	1	-	13	-	-	-
<b>Tot. rilievi</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>

## 9 VIBRAZIONI

L'obiettivo generale del Monitoraggio Ambientale della Componente Vibrazioni è il controllo dell'eventuale impatto generato dall'attività di cantiere nonché della verifica dei livelli in fase di esercizio.

Per la redazione del progetto di monitoraggio si è tenuto conto dei risultati degli studi eseguiti nel Progetto definitivo

Per caratterizzare i mutamenti indotti nell'area interessata dalla costruzione dell'opera, il monitoraggio ambientale è stato articolato nelle tre seguenti "macrofasi" temporali:

- Ante-operam;
- Corso d'opera;

In particolare, il monitoraggio della fase *ante-operam* è finalizzato all'obiettivo di quantificare i livelli vibrazionali della "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera.

Le finalità del monitoraggio della fase in *corso d'opera* sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli vibrazionali rilevati nello stato ante-operam, dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto. In questo caso è stato necessario effettuare un'attenta disanima delle attività di cantiere al fine di individuare quelle potenzialmente impattanti. Agli esiti è stata considerata significativa per le potenziali criticità la realizzazione di pali di fondazione delle opere d'arte;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere opportune modifiche nella gestione delle attività di cantiere.

### 9.1 QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

Nell'ambito della redazione del presente progetto di monitoraggio ambientale della componente "Vibrazioni" si è fatto riferimento alle normative di seguito indicate:

- ISO 2631 "*Valutazione sull'esposizione del corpo umano alle vibrazioni*"
- ISO 4866 "Mechanical vibrations and shocks - Measurement and evaluation of vibrations effects on buildings - Guideline for use and basic standard methods"
- UNI 9614 "*Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo*"
- UNI 9916 "*Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici*",
- DIN 4150, parte 3.

#### 9.1.1 VALORI GUIDA PER IL PMA

Per quanto riguarda l'individuazione dei limiti di ammissibilità, si farà riferimento ai valori suggeriti dalla norma ISO 2631/UNI 9614 per gli individui nel caso di postura non nota.

Tali normative risultano infatti più restrittive rispetto a quelle relative agli edifici.

#### 9.1.2 PARAMETRI DA MONITORARE

Nel corso delle campagne di monitoraggio ante-operam e corso d'opera verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

- Parametri vibrazionali;
- Parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati saranno raccolti in schede riepilogative con le modalità che verranno di seguito indicate.

#### Descrittori vibrazionali

Per quanto riguarda i *Descrittori Vibrazionali* sarà monitorato il livello equivalente ponderato dell'accelerazione  $L_{w\ eq}$  espresso in dB.

Di tale indicatore sarà fornita la Time History e l'analisi in frequenza.

#### Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio, è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentano di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio.

In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- Comune;
- Toponimo;
- Stralcio planimetrico in scala 1:5000;
- Presenza e caratterizzazione di altre sorgenti inquinanti.

Saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione della postazione di rilevamento.

### 9.1.3 STRUMENTAZIONE DI MISURA

Per lo svolgimento delle attività di monitoraggio è stato previsto l'utilizzo di strumentazioni rilocabili. Costituite da analizzatori *real time*, da accelerometri trassiali e da idoneo calibratore.



### 9.1.4 MODALITÀ DI GESTIONE DELLE VARIANZE

Per la Componente vibrazione i livelli di riferimento da adottare come soglie di intervento sono quelli dettati dalle norme ISO 2631/UNI 9614.

Anche per questa componente il superamento dei limiti di immissione riscontrato in corso di monitoraggio determina la necessità di adottare opportuni interventi.

Dal punto di vista organizzativo la figura responsabile della gestione delle varianze è il *Responsabile Ambientale* che ha il compito di interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura e definire tutti i più opportuni interventi correttivi alle attività di cantiere e le eventuali misure di protezione da adottarsi in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale.

## 9.2 DEFINIZIONE PUNTUALE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Sono state individuate n. 3 postazioni di monitoraggio in corrispondenza dei ricettori residenziali potenzialmente più esposti.

Stazione	Chilometrica	Distanza [m]	Attività	Localizzazione/Criteri scelta punto	Fasi
• VIB-01	Km 4+192	15 m	Rilevato in terra rinforzata	La postazione è localizzata in corrispondenza del ricettore residenziale	AO, CO
• VIB-02	Km 4+945	10 m	Trincea e scavo con esplosivo della galleria naturale	La postazione è localizzata in corrispondenza del ricettore residenziale	AO, CO
• VIB-03	Km 6+270	40 m	Trincea e scavo con esplosivo della galleria naturale	La postazione è localizzata in corrispondenza del ricettore residenziale	AO, CO

### 9.2.1 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Il programma con l'articolazione temporale delle attività di monitoraggio per la componente in esame è riportato nella tabella seguente.

Le indagini saranno eseguite in continuo per la durata di 24 h; nel corso d'opera la durata potrà essere limitata all'effettivo periodo lavorativo del cantiere

Per le fasi AO e PO, la frequenza degli accertamenti è unica (una volta nel periodo), mentre per la fase CO sarà bimestrale e comunque da svolgersi durante il periodo di cantiere che interessa la postazione.

Fase	Durata	Frequenza
<b>Ante operam</b>	24 h in continuo	Misura unica
<b>Corso Opera</b>	24 h in continuo	2 volte quando le lavorazioni sono alla minima distanza dal ricettore

### 9.2.2 RIEPILOGO DEL PIANO DI MISURE

Nella tabella seguente si descrivono in dettaglio il tipo, il numero e la tipologia dei rilievi previsti per la Componente Vibrazioni, in ogni punto di rilievo, secondo l'articolazione temporale (durata e frequenza) illustrata sopra calata nel programma dei lavori specificatamente elaborato.

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O.	P.O.
	Tipologia di misura		
VIB 01	1	2	-
VIB 02	1	2	-
VIB 03	1	2	-
<b>Tot. rilievi</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>-</b>

## 10 VEGETAZIONE FLORA, FAUNA, ECOSISTEMI

Il monitoraggio ambientale, relativamente all'ambito vegetazionale e faunistico deve documentare lo stato attuale nella fase ante operam al fine di definire, nelle fasi successive del monitoraggio (corso d'opera e post operam) l'evolversi e quindi il variare delle caratteristiche che connotano le componenti stesse.

In particolare gli accertamenti non sono finalizzati esclusivamente agli aspetti botanici ma riguardano anche i contesti naturalistici ed ecosistemici (in particolare habitat faunistici) entro cui la vegetazione si sviluppa.

Il monitoraggio di questa componente è quindi finalizzato a monitorare gli effetti delle attività di costruzione sulla vegetazione esistente e sugli habitat faunistici e a controllare l'evoluzione dei nuovi impianti previsti dagli interventi di inserimento ambientale di cui allo Studio di Impatto Ambientale.

In maggiore dettaglio il monitoraggio deve prevedere:

- la definizione della situazione ante operam per quanto riguarda copertura del suolo e stato della vegetazione naturale e semi - naturale;
- il monitoraggio delle condizioni fitosanitarie della vegetazione naturale e semi - naturale durante la fase di costruzione;
- la garanzia, durante la costruzione, del controllo della situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e predisporre tempestivamente le necessarie azioni correttive.

Il monitoraggio verrà eseguito in 3 fasi:

- ante-operam (AO);
- corso d'opera (CO);
- post operam (PO).

### 10.1 CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ATTUALE E IMPATTI PREVEDIBILI

il nuovo tracciato stradale si sviluppa a cielo aperto pressoché esclusivamente in corrispondenza di aree coltivate a frutteto. Questa parti sono da considerarsi già allo stato attuale di valore naturalistico basso in n quanto prive di vegetazione naturale significativa e caratterizzate da una presenza faunistica limitata e relativamente banale; sono altresì assenti unità ecosistemiche di particolare rilevanza.

Il tratto in galleria posto sul lato orientale si caratterizza per la presenza di vegetazione forestale dotata di particolare valore ecologico che quindi risulta interessata in modo molto marginale.

Questo determina di per sé una notevole limitazione all'impatto prodotto, sia in fase di cantiere che in fase di esercizio.

Il grado di disturbo apportato dalla realizzazione della nuova infrastruttura stradale nei confronti della componente sarà direttamente proporzionale ad una serie di fattori e di attività legate alle tipologie costruttive, all'habitat coinvolto, alla dimensione delle superfici vegetate oggetto di trasformazione d'uso.

Le problematiche più rilevanti potranno essere riscontrate nel tratto a cielo aperto ed in galleria artificiale compreso tra lo svincolo di Stazzona e l'imbocco lato Sondrio della galleria naturale il Dosso.

La realizzazione dell'opera determinerà sulla componente vegetazione impatti di tipo diretto (riferibili agli abbattimenti necessari, alla sottrazione irreversibile di suolo, a stress da inquinamento) e impatti di tipo indiretto, riconducibili agli effetti indotti nel tempo dal diradamento della vegetazione.

Nel suo tratto di fondovalle, la sostituzione di suoli coltivati con il sedime stradale può favorirvi ai margini la crescita di specie invasive, autoctone ed alloctone, di scarso interesse naturalistico; in questo senso la sottrazione di un ambiente controllato, come è quello agricolo, può potenzialmente provocare l'incremento della componente sinantropica della flora che, unitamente alla componente esotica, contribuisce ad accrescere l'inquinamento floristico sul territorio.

Il degrado della composizione e della struttura delle comunità vegetali può accentuarsi in modo particolare in corrispondenza delle aree di cantiere, dove viene sottratta non solo la vegetazione presente ma anche lo strato più fertile del suolo; sui terreni smossi le specie ruderali hanno maggiore facilità di inserimento, con limitazioni alla ricolonizzazione delle specie autoctone e banalizzazione complessiva della variabilità floristica locale.

Viene in ogni caso previsto il ripristino delle aree di cantiere nelle condizioni ante-operam, motivo per cui durante il monitoraggio ambientale di ante operam è previsto il censimento floristico delle specie presenti.

Per quanto concerne invece la fauna dagli esiti delle valutazioni riportate nel SIA si rileva quanto segue:

- il territorio interessato dall'intervento non interessa zone protette a fini naturalistici, aree pregiate di nidificazione, aree di alimentazione o di rifugio di specie faunistiche rare o sensibili, aree di ripopolamento e cattura;
- l'area sulla quale insiste l'intervento non svolge la funzione di corridoio faunistico e non è in questo senso utilizzata né dalle popolazioni di uccelli né dalle popolazioni di mammiferi, rettili o anfibi; il territorio del fondovalle a causa dell'antropizzazione presenta una valenza faunistica limitata e piuttosto banale;
- nei tratti in cui sono presenti gli ambiti forestali, il tracciato viene costruito in galleria, senza interessamento diretto degli habitat soprastanti;
- nell'area sopravvivono zone umide localizzate, caratterizzate da lembi di vegetazione igrofila che rivestono un maggior grado di diversità faunistica.

### 10.1.1 QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

I principali riferimenti normativi sono costituiti da:

- L. 157/1992 – Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio
- L.R. 33/1997 – Norme per la protezione, la tutela e l'incremento della fauna selvatica e per il prelievo venatorio. Disposizioni per il settore agricolo e forestale, e successive modifiche e integrazioni (L.R. 7/2001)

Sebbene allo stato attuale delle conoscenze non sia stata rilevata nell'area la presenza di specie minacciate o di specie e habitat di interesse comunitario, costituiranno comunque riferimenti:

- Libro Rosso della Fauna d'Italia
- Dir. 79/409/CE "Uccelli"
- Dir. 92/43/CE "Habitat" e DPR 357/1997, DM 20 gennaio 1999 e DPR 120/2003
- Convenzioni e accordi internazionali per la conservazione della biodiversità (Convenzione di Berna, Convenzione di Washington, Convenzione di Bonn, Convenzione di Rio, ecc.)



### 10.1.2 METODICHE DI INDAGINE

In considerazione delle caratteristiche naturalistico-ambientali del territorio e degli obiettivi del presente studio, sono stati individuati i seguenti “campi di indagine”, che consentono di descrivere in modo dettagliato le componenti naturalistiche dell’area indagata:

- A. Consumo di mosaici di fitocenosi
- B. Analisi floristica per fasce campione
- C. Analisi delle comunità ornitiche significative e stabili degli ecosistemi fluviale ed agricolo
- D. Monitoraggio delle popolazioni di specie faunistiche ad elevato potere diagnostico

#### Indagine tipo “A”: Mosaici di fitocenosi direttamente consumati dalle attività di cantiere

Il monitoraggio di tipo A viene eseguito in corrispondenza delle aree di cantiere principali. Per acquisire tutte le informazioni necessarie a individuare i mosaici direttamente consumati dalle attività di cantiere, è indispensabile percorrere l'intero tracciato dell'infrastruttura compreso all'interno dell'area campione e quindi non i singoli tracciati limitati, e definire ex ante la “zona di presunto consumo”, corrispondente ai luoghi che, secondo il progetto, saranno occupati dall'infrastruttura e dalle relative opere annesse.

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

- in fase ante operam, preliminarmente a tutte le indagini di campo, si riportano sulla cartografia di progetto 1:1.000, per mezzo dell'analisi delle eventuali foto aeree o immagini da satellite disponibili il limite dell'area campione scelta per le indagini ed il mosaico presente;
- tale base cartografica provvisoria va quindi verificata in campagna per specificare ulteriormente la natura delle singole fitocenosi. Per acquisire tutte le informazioni necessarie a definire mosaici direttamente consumati dalle attività di cantiere, i rilevamenti in fase ante operam debbono essere necessariamente estesi a tutta l'area di indagine e non solo all'area campione scelta per le indagini inerenti i consumi di suolo, percorrendo quindi l'intero tracciato dell'infrastruttura compreso all'interno della citata area campione. Particolare attenzione deve essere posta al controllo della “zona di presunto consumo”, corrispondente ai luoghi che secondo il progetto, saranno occupati dall'infrastruttura e dalle relative opere annesse. Sulla cartografia di riferimento debbono essere riportate le fitocenosi che verranno consumate e quelle maggiormente rilevanti, per qualità naturalistica o per estensione, presenti nelle zone limitrofe a quelle di consumo presunto; sulla cartografia vanno riportati anche i coni visuali delle foto. Infine, è opportuno stilare l'elenco floristico di particolari formazioni vegetali, che debbono quindi sempre essere localizzate su carta.

Siffatta procedura è finalizzata alla ricostruzione del “consumo effettivo” nelle fasi successive (in particolare in corso d'opera) e distinguerlo quindi dal consumo presunto ipotizzato nella fase ante operam. Dovranno essere segnalate fitocenosi di particolare pregio.

Si traducono come accennato tutte le verifiche effettuate in cartografia in scala 1:1.000 anche al fine di eventuali azioni finalizzate alla riduzione di consumi di ambiente di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento, preventivamente organizzate nella Banca Dati Generale del Monitoraggio.

#### Indagine tipo “B”: Rilevamento della flora

Per questo tipo di indagine sarà necessario definire itinerari lineari paralleli al tracciato lungo i quali realizzare i censimenti della flora. Le fasce saranno opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi o gli elementi floristici più rappresentativi di ciascuna area d'indagine.

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. I censimenti della flora devono essere realizzati lungo fasce di interesse, di larghezza non superiore ai 30 m, poste ai lati del tracciato dell'opera opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine. Nell'area in esame, prevalentemente antropica, gli itinerari saranno finalizzati prevalentemente alla caratterizzazione in senso sinantropico dei transetti floristici; in tale situazione si può infatti stimare meglio che in altri casi la variazione floristica quali-quantitativa dovuta ad interferenze esterne.
2. Il censimento delle specie vegetali deve essere realizzato percorrendo due itinerari paralleli al tracciato in modo tale da distinguere la flora della fascia prossimale alla linea stradale, più esposta all'infiltrazione di specie estranee alla flora originaria, da quella della fascia distale, meno esposta, dove si ritiene persista, almeno in parte, la composizione floristica originaria (o quanto meno più intatta). Si procede per tratti successivi di 100 m con percorsi ad "U". I rilevamenti si considerano conclusi quando l'incremento delle specie censite, con il procedere dei tratti, è inferiore al 10% del totale rilevato fino a quel momento.
3. Il riconoscimento delle specie può avvenire in campagna quando il campione è certo al livello di specie; viceversa i campioni per i quali sussistono dubbi debbono essere prelevati e portati in laboratorio per un'analisi più approfondita con l'ausilio di un binoculare stereoscopico. Nel caso in cui i campioni siano rinvenuti con caratteri diagnostici non sufficienti per il loro riconoscimento (fiori, frutti) a livello di specie a causa del periodo fenologico non coincidente con quello dei rilevamenti; di essi si indica unicamente il Genere seguito da "SP." Viceversa, quando l'attribuzione specifica è possibile, ma qualche carattere sistematico non collima esattamente con quanto descritto nella Flora di S. Pignatti, si può utilizzare il simbolo cfr. Occorre precisare che il censimento floristico, effettuato nell'arco di una giornata consente unicamente la redazione di una flora indicativa della realtà ambientale dell'area in esame. Si devono segnalare le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico.
4. Sulla cartografia al 1000 vanno riportati per intero i percorsi effettuati (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche) e debbono essere fotografati; sulla cartografia vanno riportati anche i coni visuali delle foto.

Inoltre, per meglio evidenziare le variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura produce nella flora, devono essere distinte anche le entità sinantropiche presenti nelle due fasce. Il rapporto specie sinantropiche/totale specie censite rappresenta, infatti, uno degli indici previsti per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

In fase di ante operam la presenza delle specie sinantropiche permette di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce un riferimento per il confronto nelle fasi successive.

Si traducono, come accennato, tutte le verifiche effettuate, in cartografie in scala 1:1000 al fine di eventuali azioni finalizzate alla tutela di fitocenosi che ospitano specie di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento, preventivamente organizzate in una Banca Dati Generale del Monitoraggio.

Un'indagine di tipo "B" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in una giornata di lavoro.

#### Indagine tipo "C": Fauna mobile terrestre

Per l'indagine relativa alla fauna terrestre mobile, potenzialmente condizionata dalle interruzioni della continuità degli habitat, è necessario definire degli itinerari lineari per rilevare Anfibi, Rettili e Mammiferi; il principale obiettivo di questo tipo d'indagine è la verifica di eventuali effetti di interruzione della continuità faunistica da parte dell'opera.

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso l'osservazione diretta e mediante l'utilizzo dei cosiddetti segni di presenza, efficaci soprattutto per i Mammiferi con abitudini notturne. In questi casi si prenderanno in considerazione per il riconoscimento delle specie le tracce, le feci, gli scavi e le tane. Si misureranno le dimensioni (lunghezza, larghezza e profondità) di alcuni reperti quali feci, scavi e tane. Per la batracofauna e l'erpetofauna saranno effettuate delle osservazioni dirette e si farà uso di retini immanicati, utili soprattutto per la cattura di Anfibi (larve ed adulti), e di lacci montati su canne per la cattura di Sauri. In alcuni casi, soprattutto per quanto riguarda le larve degli Anfibi Anuri, sarà necessario effettuare delle osservazioni in laboratorio per la determinazione della specie.
2. Le tracce di Mammiferi verranno identificate ed attribuite alle diverse specie fin dal loro ritrovamento in campagna. In taluni casi, per avere ulteriori conferme, verranno prelevati campioni per sottoporli a successive indagini: al microscopio binoculare verrà effettuato il riconoscimento dei resti alimentari, mentre al microscopio ottico verranno analizzati gli eventuali campioni di peli rinvenuti ed opportunamente trattati. Per quanto riguarda i Mammiferi, è opportuno sottolineare che, al fine di ottenere un campionamento meno condizionato dalla casualità delle osservazioni, sarebbe necessario effettuare numerosi rilevamenti in diversi periodi dell'anno, almeno uno per stagione. Soltanto uno studio di questo tipo è, infatti, in grado di fornire informazioni precise ed attendibili sulla presenza di tutte le specie agenti nell'area, e permette di stimare le densità e la struttura di popolazione. I risultati di questo tipo d'indagine permetteranno di analizzare le possibili interferenze tra la linea stradale ed i vertebrati rinvenuti, di avanzare ipotesi da verificare nelle fasi successive e di suggerire, ove necessario, opportuni accorgimenti al fine di mitigare gli impatti specifici ed in particolare l'effetto barriera.

I parametri che verranno raccolti saranno i seguenti: elenco delle specie presenti, loro frequenza e distribuzione all'interno dell'area campionata.

I luoghi di ritrovamento dei campioni saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:1.000 (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche) e debbono essere fotografati; sulla cartografia vanno riportati anche i coni visuali delle foto.

Si traducono, come accennato, tutte le verifiche effettuate, in cartografie in scala 1:1000 al fine di eventuali azioni di tutela di habitat che ospitano specie di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento, preventivamente organizzate nella Banca Dati Generale del Monitoraggio.

Un'indagine di tipo "C" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in circa una settimana di lavoro.

#### Indagine tipo "D" Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi agricolo e boschivo

Per il rilevamento delle comunità ornitiche occorre individuare percorsi lineari rappresentativi al fine di registrare tutti gli individui delle diverse specie presenti nelle stazioni di rilevamento, per descrivere in modo sufficientemente approfondito la comunità avifaunistica presente e le sue caratteristiche ecologiche e qualitative.

Per ogni punto di campionamento si procederà secondo le seguenti indicazioni:

1. Lo studio sull'avifauna sarà condotto nel corso dei mesi primaverili-estivi e riguarderà la raccolta di dati sulla comunità delle specie nidificanti attraverso il metodo dei sentieri campione (Transect Method); Tale metodologia è ampiamente sperimentata e di uso consolidato (Merikallio, 1946; Jarvinen & Vaisanen, 1976). Questo metodo è

particolarmente adatto per essere applicato in tutte le stagioni e permette di raccogliere una discreta quantità di informazioni con uno sforzo di ricerca contenuto. Il metodo consiste nel percorrere ad andatura costante un itinerario con andamento rettilineo e nell'annotare tutti gli individui delle diverse specie osservate od udite.

2. In ante operam verranno registrati tutti gli individui osservati od uditi all'interno di una fascia di 100 metri di ampiezza, ai due lati dell'itinerario campione. Nelle fasi successive si effettueranno i controlli di quanto osservato preliminarmente, per verificare eventuali scostamenti. I luoghi di ritrovamento dei campioni o di osservazione saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:1.000 (al fine di uno specifico posizionamento attraverso coordinate geografiche) e debbono essere fotografati; sulla cartografia vanno riportati anche i coni visuali delle foto.
3. I sentieri verranno percorsi tenendo presenti le indicazioni di Jarvinen & Vaisanen (1976), qui di seguito riportate:
  - scegliere in anticipo il percorso su una mappa in modo che sia rappresentativo dell'area da studiare;
  - percorrere il tragitto nelle prime ore del mattino ed in assenza di vento e pioggia; camminare lentamente (velocità di circa 1 km/ora) fermandosi spesso per ascoltare le vocalizzazioni ed annotare le osservazioni.

I parametri e gli indici che saranno considerati ed elaborati sono i seguenti:

- S** ricchezza di specie, numero totale di specie nel biotopo o nell'area esaminata; questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al grado di maturità e complessità, anche fisionomico-vegetazionale, dello stesso (Mac Arthur & Mac Arthur, 1961);
- H** Indice di diversità calcolato attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963) già in precedenza descritto
- J** indice di equiripartizione di Lloyd & Ghelardi (1964) in cui  $J = H/H_{max}$ ; dove  $H_{max} = \ln S$ ; l'indice misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità o in altri termini il grado di lontananza da una equiripartizione (una comunità costituita da specie con eguale numero di individui); l'indice varia tra 0 e 1;
- % non-Pass.** percentuale delle specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi; il numero di non-Passeriformi è direttamente correlato, almeno, negli ambienti boschivi, al grado di maturità della successione ecologica (Ferry e Frochot, 1970);
- d** dominanza; sono state ritenute dominanti quelle specie che compaiono nella comunità con una frequenza relativa uguale o maggiore di 0,05 (Turcek, 1956; Oelke, 1980); si tratta del numero di individui della specie *i*-esima sul numero totale di individui presenti lungo il transetto effettuato. Le specie dominanti diminuiscono con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi.
- Abbondanza** numero di individui/15' = numero di individui osservati di una determinata specie nell'unità di tempo di 15'; numero di individui/1000 m = numero di individui osservati di una determinata specie in 1000 metri di transetto. Si utilizzeranno entrambi gli indici per effettuare confronti e verifiche con rilievi svolti da altri autori in ambienti analoghi del comprensorio padano-veneto.

Si traducono, come accennato, tutte le verifiche effettuate, in cartografie in scala 1:1000 al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio e/o nidificanti. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento, preventivamente organizzate nella Banca Dati Generale del Monitoraggio.

Un indagine di tipo "D" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in una giornata di lavoro.

### 10.1.3 CRITERI TEMPORALI PER GLI ACCERTAMENTI

Visti i principi dei metodi e visto il territorio su cui verrà realizzata l'opera si definiscono di seguito i criteri temporali delle attività:

**Tipo "A"** cadenza trimestrale da eseguire nelle fasi di AO (anno antecedente l'apertura dei cantieri) e CO.

**Tipo "B"** cadenza annuale ma almeno uno per fase da eseguire nei mesi primaverili. Verrà svolto in tutte le fasi: AO, CO e PO (primo anno di esercizio).

**Tipo "C"** cadenza trimestrale. Verrà svolto in tutte le fasi: AO (anno antecedente l'apertura dei cantieri), CO e PO (primo anno di esercizio).

**Tipo "D"** cadenza trimestrale. Verrà svolto in tutte le fasi: AO (anno antecedente l'apertura dei cantieri), CO e PO (primo anno di esercizio).

### 10.1.4 DEFINIZIONE PUNTUALE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

In funzione dei principi esposti nei paragrafi precedenti e del tipo di componenti da indagare sono state individuate le seguenti aree di campionamento.

#### Indagine tipo "A": Mosaici di fitocenosi interessati dalle attività di cantiere

Codice punto	Area di cantiere
VFF-01	Cantiere base n° 1
VFF-02	Cantiere base n° 2 e cantiere operativo sottopasso ferroviario
VFF-03	Area stoccaggio
VFF-04	Cantiere di servizio

#### Indagine tipo "B": Flora

Codice punto	Progressiva lungo il tracciato	Elementi di interesse
VFF-05	Km 1+000	Opere a verde di mitigazione ambientale
VFF-06	Km 2+280	Opere a verde di mitigazione ambientale
VFF-07	Km 3+160	Opere a verde di mitigazione ambientale
VFF-08	Km 3+700	Opere a verde di mitigazione ambientale
VFF-09	Km 4+020	Opere a verde di mitigazione ambientale

#### Indagine tipo "C": Fauna mobile terrestre

L'indagine sarà svolta, non soltanto lungo itinerari limitati posti all'interno di fasce parallele alla linea stradale, piuttosto su un'area di indagine estesa per una fascia allungata su tutto il tracciato, delimitata dal fiume Adda sul lato nord dell'infrastruttura e allargata per 500 metri sul lato sud (VFF10).

#### Indagine tipo "D" Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche degli ecosistemi agricolo e boschivo

L'indagine di monitoraggio relativo all'avifauna sarà svolta, non soltanto lungo itinerari limitati posti all'interno di fasce parallele alla linea stradale, piuttosto su un'area di indagine estesa per una fascia allungata su tutto il tracciato (VFF11); si fa riferimento all'intero tracciato (escluse le zone urbanizzate, salvo un precedente accertamento di specie interessanti) su una fascia larga indicativamente 2000 m.

### 10.1.5 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Riassumendo, in ciascun sito andranno effettuate le seguenti indagini con il relativo numero di campionamenti: secondo il programma dettagliato in tabella elaborato sulla base del cronoprogramma di progetto.

Indagine	Punti di rilevamento		A.O.		C.O.		P.O.	
			Frequenza	N.	Frequenza	N.	Frequenza	N.
Tipo "A"	VFF-01-VFF-02-VFF-03-VFF-04	n. 4 postazioni	Trimestrale	12	Trimestrale	105	-	
Tipo "B"	VFF-05-VFF-06-VFF-07-VFF-08-VFF-09	n. 4 postazioni	Una volta	5	Annuale	5	Una volta	5
Tipo "C"	VFF-10	Intero tracciato a sud dell'Adda	Trimestrale	4	Trimestrale	21	Trimestrale	4
Tipo "D"	VFF-11	Intero tracciato a sud dell'Adda	Trimestrale	4	Trimestrale	21	Trimestrale	4

## 11 STATO FISICO DEI LUOGHI

Il monitoraggio della componente stato fisico dei luoghi è indirizzato a valutare le possibili ripercussioni risultanti dalla realizzazione dell'infrastruttura in esame sulle caratteristiche morfologiche delle aree direttamente interessate dall'opera sia durante la sua costruzione sia durante l'esercizio, così come previsto dalle Linee Guida della Commissione Speciale di Valutazione di impatto Ambientale (Rev. 1 del 4 Settembre 2003).

In particolare le attività di monitoraggio perseguono i seguenti obiettivi:

- caratterizzare il territorio in esame in tutti i suoi aspetti naturali ed antropici, con particolare riferimento a:
  - caratteristiche morfologiche e strutturali derivabili da un'analisi incrociata delle componenti naturali;
  - caratteri antropici del territorio con particolare riferimento alla viabilità esistente;
  - caratteri socio-culturali, storici ed architettonici del territorio;
- evidenziare, durante la realizzazione dell'opera, l'eventuale instaurarsi di situazioni di criticità sugli elementi morfologici del territorio;
- verificare al termine della fase di costruzione la corretta applicazione degli interventi mitigativi nell'ottica del ripristino morfologico del territorio.

Le indagini previste allo scopo dovranno consentire una verifica continua delle condizioni del territorio mediante sopralluoghi in campo e documentazione fotografica mirati a completare e aggiornare il quadro informativo inizialmente acquisito, con particolare attenzione alle aree di maggiore sensibilità ambientale.

### 11.1 QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

#### 11.1.1 LEGISLAZIONE NAZIONALE

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale pubblicato nella G.U.R.I. n. 88 del 14/04/2006
- Legge 9 gennaio 2006, n. 14, "Ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio, fatta a Firenze il 20 ottobre 2000";
- Decreto Lgs. 22 gennaio 2004, "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" (in vigore dal 1 maggio 2004 in sostituzione delle varie preesistenti prescrizioni legislative);
- Legge 8 agosto 1985, n. 431 "Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale";

#### 11.1.2 LEGISLAZIONE REGIONE LOMBARDIA

- Legge 28 febbraio 2000, n. 11 "Nuove disposizioni in materia di aree regionali protette" (BUR Lombardia, 1° Supplemento Ordinario al n. 9, 2/03/00);
- Legge 8 novembre 1996 n. 32 "Integrazioni e modifiche alla L.R. 30 novembre 1983, n. 86 "Piano generale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale e regime transitorio per l'esercizio dell'attività venatoria" (BUR Lombardia, 1° Supplemento Ordinario al n. 45, 8/11/96);
- Legge 14 febbraio 1994 n. 4 "Modifiche all'allegato A) della L.R. 30 novembre 83 n. 86 in materia di aree regionali protette" (BUR Lombardia, 17/02/1994, n. 39);
- Legge 23 aprile 1985 n. 41 "Integrazioni e modifiche alla L.R. 30 novembre 83 n. 86 in materia di aree regionali protette" (BUR Lombardia, Supplemento ordinario al n. 17, 27/04/1985);

- Legge 30 novembre 1983 n. 86 "Piano regionale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale" (BUR Lombardia, Supplemento ordinario 2/12/1983 n. 48).

## 11.2 METODICHE DI INDAGINE

Il monitoraggio della componente in oggetto, che si presenta comunque strettamente correlato con il monitoraggio delle altre componenti ambientali previste dalle Linee Guida ai fini dell'ottenimento di un quadro complessivo della situazione del territorio interessato dall'opera, sarà effettuato mediante due principali tipi di attività:

- indagini conoscitive;
- indagini in campo attraverso sopralluoghi diretti.

### 11.2.1 INDAGINI CONOSCITIVE

La conoscenza del territorio in tutti i suoi aspetti e le modificazioni in atto sono alla base del monitoraggio previsto per questa componente in relazione alla necessità di individuare tutte le aree sensibili che verranno interessate dall'opera.

In particolare saranno prese in considerazione :

1. **Aree di pregio ambientale e naturalistico**, individuate dagli strumenti di pianificazione territoriale. Per questo scopo verranno analizzati gli strumenti urbanistici vigenti e/o in corso di approvazione:
  - Piani Regolatori Comunali o Piani di Governo del territorio;
  - Piani Territoriali Provinciali;
  - Piani di Area;
  - Piani Territoriali di Coordinamento;
2. **Aree di interesse archeologico**: verranno utilizzati i dati delle indagini archeologiche svolte durante lo sviluppo della progettazione ed in fase di costruzione;
3. **Aree di elevata sensibilità ecologica** individuate dagli studi di settore effettuati per la redazione del SIA e dai risultati del monitoraggio ambientale per le componenti naturali;
4. **Aree di criticità antropica** individuate dal SIA; in questo ambito verranno prese in considerazione anche le viabilità utilizzate per il traffico di cantiere.

Oltre all'analisi del territorio sarà necessario individuare tutti gli elementi legati al progetto che possano determinare elementi di criticità: per definire se eventuali variazioni delle caratteristiche del territorio siano di natura temporanea o meno, dovranno essere analizzati anche il cronoprogramma delle attività e le modalità realizzative delle singole opere d'arte.

### 11.2.2 INDAGINI IN CAMPO

Le indagini in campo saranno effettuate al fine di completare le informazioni ottenute mediante l'indagine conoscitiva, soprattutto per quanto concerne l'esistenza di aree critiche, e successivamente per verificare le modifiche avvenute in corso d'opera ed in fase di esercizio.

L'attività ricognitiva verrà effettuata attraverso sopralluoghi, aventi lo scopo di definire nel dettaglio l'ambito territoriale interessato anche in relazione alle diverse fasi del progetto. I sopralluoghi dovranno prevedere la verifica di:

- zone direttamente interessate dalla viabilità e opere annesse che coincideranno con le aree di esproprio;
- zone interessate dalle attività di cantiere intese come cantieri operativi, base, di servizio, aree tecniche e di stoccaggio terre;



- zone interessate dal traffico dei mezzi utilizzati per il trasporto dei materiali di cantiere.

L'attività di sopralluogo avrà come esito la redazione di un rapporto descrittivo e di un rapporto fotografico con riprese da punti di vista fissati, che verranno ripetute nelle varie fasi di monitoraggio.

La corretta localizzazione ed estensione della fascia di indagine sarà definita sulla base della definitiva localizzazione delle aree di cantiere e aree tecniche; anche le viabilità interferite potranno essere definite solo a valle della definizione dei siti di approvvigionamento e smaltimento degli inerti utilizzati ed in base agli accordi con le amministrazioni locali sulla possibilità di utilizzo di strade pubbliche.

### 11.3 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

Il monitoraggio in fase ante operam ha lo scopo di fornire un quadro preliminare dello stato fisico del territorio che funga da riferimento sia per individuare e dimensionare eventuali variazioni che intervengono nella fase di costruzione, sia per valutare in post operam l'efficacia e la correttezza degli interventi di ripristino previsti.

In fase ante operam si prevede quindi di effettuare tutte le attività descritte precedentemente, ovvero:

- indagini conoscitive;
- sopralluoghi in campo.

In questa fase verranno analizzati anche il progetto di cantierizzazione e il piano cave prodotti in sede di Progetto Esecutivo dell'opera, per una migliore e più dettagliata definizione delle criticità in relazione alle caratteristiche dei luoghi: in particolare verranno prese in esame tutte le misure di mitigazione previste in corso d'opera per la riduzione degli impatti prodotti dalle attività di cantiere, nonché gli interventi di ripristino previsti nel post operam.

### 11.4 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Il monitoraggio in corso d'opera ha lo scopo di consentire l'analisi delle variazioni dello stato fisico dei luoghi in relazione alle attività di costruzione della viabilità e delle opere complementari.

Tutte le variazioni che intervengano in questa fase, e che risultino direttamente o indirettamente riconducibili alle attività di costruzione, dovranno essere prese in esame in relazione alla natura temporanea o meno degli impatti prodotti, valutando contestualmente anche l'efficacia di eventuali misure di mitigazione adottate.

Le indagini in campo saranno eseguite con le stesse modalità della fase ante operam, fatte salve variazioni dovute a eventuali modifiche del perimetro delle aree oggetto dell'indagine intervenute nel corso dei lavori.

La modifica dell'estensione di alcune aree di indagine potrà essere giustificata anche da dati provenienti dalle attività di monitoraggio di altre componenti naturali che evidenzino criticità rilevanti anche per la componente in oggetto e/o da segnalazioni circa interferenze con beni tutelati.

L'attività di monitoraggio in corso d'opera verrà svolta almeno una volta all'anno sulla totalità delle aree d'indagine, effettuando i sopralluoghi in corrispondenza degli stessi punti nello stesso periodo dell'anno precedente; la tempistica delle attività di campo dirette sarà definita anche in base allo stato di avanzamento lavori.

### 11.5 MONITORAGGIO POST OPERAM

Il monitoraggio post operam ha l'obiettivo specifico di controllare la corretta esecuzione dei ripristini ambientali di progetto, l'assenza di danni e/o modifiche fisico/ambientali nelle aree

interessate direttamente e indirettamente dai cantieri di costruzione dell'opera in progetto attraverso il confronto con la situazione territoriale definita in ante operam.

La verifica in fase post operam della corretta esecuzione dei ripristini, intesi sia come aree di compensazione, in cui sono stati previsti degli interventi a verde, sia come aree restituite alla loro precedente fruizione verrà fatta con le medesime modalità e negli stessi periodi previsti per le fasi precedenti.

### 11.6 DEFINIZIONE PUNTUALE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Il territorio che nell'insieme sarà interessato dal monitoraggio della Componente Stato Fisico dei Luoghi comprende la fascia al cui interno saranno insediati i cantieri e le piste di cantiere previsti per i lavori di costruzione della nuova infrastruttura viaria, con particolare attenzione alle aree di valore ambientale.

I punti di monitoraggio sono stati scelti sulla base di situazioni particolarmente impattanti per la componente ambientale in esame e comprendono in particolare:

- tutte le aree dei cantieri non ricadenti nell'ambito del sedime dell'opera;
- le aree destinate a mitigazioni o ripristini ambientali.

Codice punto	Area oggetto di monitoraggio
SFL-01	Cantiere base B1
SFL-02	Cantiere base B2 e cantiere operativo sottopasso ferroviario
SFL-03	Area di stoccaggio
SFL-04	Attraversamento fiume Adda e ricucitura viabilità per Stazzona
SFL-05	Area di San Bernardo
SFL-06	Attraversamento fiume Adda e svincolo di Tirano
SFL-07	Cantiere di servizio
SFL-08	Pendio in terre rinforzate
SFL-09	Cantiere operativo galleria artificiale
SFL-10	Area soprastante la galleria artificiale
SFL-11	Cantiere operativo galleria naturale imbocco ovest
SFL-12	Cantiere operativo galleria naturale imbocco est

### 11.7 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Le attività di monitoraggio saranno effettuate con cadenza annuale. Le campagne di monitoraggio manterranno tale cadenza in tutte le fasi (AO, CO e PO).

### 11.8 RIEPILOGO DEL PIANO DI MISURE

Nella tabella seguente si descrivono in dettaglio il tipo, il numero e la tipologia dei rilievi previsti per la Componente Vibrazioni, in ogni punto di rilievo, secondo l'articolazione temporale (durata e frequenza) illustrata sopra calata nel programma dei lavori specificatamente elaborato.

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O.	P.O.
SFL-01	1	5	1
SFL-02	1	5	1
SFL-03	1	5	1
SFL-04	1	5	1
SFL-05	1	5	1

PUNTI DI RILIEVO	FASI DI MONITORAGGIO		
	A.O.	C.O.	P.O.
SFL-06	1	5	1
SFL-07	1	5	1
SFL-08	1	5	1
SFL-09	1	5	1
SFL-10	1	5	1
SFL-11	1	5	1
SFL-12	1	5	1
<b>Tot. rilievi</b>	<b>12</b>	<b>60</b>	<b>12</b>

## 12 MODALITÀ DI RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO

Le attività del monitoraggio ambientale producono una notevole quantità di dati – ciascuno dei quali è corredato dalle rispettive connotazioni spazio-temporali – che devono essere gestiti per il tempo significativamente esteso, pari a circa 60 mesi, che comprende la durata complessiva delle tre distinte fasi di ante-operam, corso d’opera e post-operam nelle quali è articolato il presente Piano di Monitoraggio Ambientale.

Pertanto, in considerazione della quantità dei dati da archiviare e dell’esigenza che gli stessi dovranno essere consultati ed eventualmente gestiti dagli Enti e dai soggetti competenti, nell’ambito del presente piano di monitoraggio si è reso necessario prevedere un Sistema Informativo Territoriale (SIT), che rappresenta lo strumento tecnologico ed informatico in grado di consentire la gestione e la restituzione dei dati rilevati nel corso delle attività di monitoraggio ambientale.

Nei successivi paragrafi vengono descritte le principali caratteristiche del Sistema Informativo Territoriale, nonché le modalità previste per l’acquisizione, l’archiviazione, la diffusione e la restituzione dei dati provenienti dalle diverse componenti ambientali monitorare nel tempo.

### 3.1 SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

Il Sistema Informativo Territoriale (SIT) è inteso come l’insieme degli strumenti hardware e software, oltre che delle procedure di amministrazione ed utilizzo, che consentono di effettuare – tramite una struttura di risorse specializzate – il complesso delle operazioni di caricamento (upload), registrazione, validazione, consultazione, elaborazione, scaricamento (download) e pubblicazione dei dati del monitoraggio ambientale e dei documenti ad esso correlati.

#### 3.1.1 OBIETTIVI GENERALI DEL SIT

Il SIT si configura come un vero e proprio strumento di lavoro a supporto della fase attuativa del Monitoraggio e pertanto deve andare a supportare i principali processi di recovery, conoscenza e comunicazione del dato.

Con tale ottica è stato concettualizzato il Sistema e quindi ne è stata definita prima l’architettura generale e successivamente le piattaforme hardware e software e le politiche di gestione idonee al raggiungimento dello scopo.

Nella definizione del progetto del Sistema sono state inoltre prese in considerazione le indicazioni fornite dalle “Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n. 443)” elaborate dalla Commissione Speciale VIA.

Tra le funzionalità implementate per conseguire gli obiettivi perseguiti si annoverano le seguenti:

- ⇒ “recovery” dei dati in corso di monitoraggio;
- ⇒ supporto al processo di validazione del dato;
- ⇒ “recovery” definitivo dei dati validati al termine di ogni campagna di monitoraggio;
- ⇒ supporto alla comunicazione del dato alla CSVIA del Ministero dell’Ambiente;
- ⇒ agevolazione dell’accessibilità del dato per gli Enti istituzionalmente coinvolti nella vigilanza ambientale;
- ⇒ garanzia dell’accessibilità del dato “real time” ai soggetti titolari/autorizzati;
- ⇒ supporto alla interpretazione e rielaborazione del dato misurato;
- ⇒ supporto alla gestione delle azioni correttive sul monitoraggio in corso d’opera;
- ⇒ supporto alla pubblicazione dell’informativa ambientale al territorio (comunicazione “non tecnica”)

la soluzione che si intende adottare è un sistema integrato di raccolta, analisi e sintesi di parametri ambientali, che si basa su 2 principale componenti:

- Un sito web per la divulgazione delle informazioni al pubblico relative al progetto stesso, all'avanzamento delle attività, alla pubblicazione di documenti;
- Un sistema informativo per l'implementazione di tutti i dati del monitoraggio ambientale che saranno organizzati ed opportunamente predisposti all'interno di una banca dati per potere essere immediatamente consultati dall'utente finale che potrà interrogare direttamente ciascun punto della rete di monitoraggio a partire dalla sua rappresentazione planimetrica.

### 3.1.2 REQUISITI DEL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

Il Sistema Informativo Territoriale è previsto allo scopo di soddisfare i seguenti requisiti minimi:

- facilità di utilizzo anche da parte di utenti non esperti;
- modularità e trasportabilità;
- manutenibilità ed espandibilità;
- compatibilità con i principali pacchetti software in uso presso MATTM ed ISPRA;
- gestione integrata di dati cartografici e alfanumerici;
- possibilità di analisi spaziale e temporale dei dati

### 3.1.3 ARCHITETTURA GENERALE DEL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

L'architettura generale del SIT, che è articolata allo scopo di conseguire gli obiettivi sopra elencati prevede, da un lato, il ricorso ad una infrastruttura basata su tecnologia GIS e, dall'altro, l'integrazione del Sistema sulla rete WEB intranet.

Nel dettaglio, il SIT sarà quindi strutturato in moduli, tra di loro pienamente interfacciati e costruiti secondo criteri di gestione e consultazione comuni, funzionali a ciascuna delle attività necessaria al monitoraggio ambientale.

La struttura della banca dati che sarà a tal fine realizzata e che di volta in volta verrà implementata in seguito all'avanzamento del monitoraggio stesso, risponde alle seguenti necessità:

- Facilità di archiviazione delle informazioni;
- possibilità di trovare facilmente determinate informazioni;
- possibilità di differenziare le informazioni sulla base della fase di monitoraggio (AO - CO - PO) e del periodo a cui si riferiscono;
- possibilità di visualizzare in breve tempo gli elaborati che descrivono l'andamento dei diversi parametri di monitoraggio nello spazio e nel tempo;
- la possibilità di trasmettere i dati.

I dati di partenza del sistema informativo realizzato sono costituiti dai valori registrati dalle apparecchiature di misura nelle diverse fasi del monitoraggio. Tali dati una volta elaborati ed opportunamente analizzati vengono di volta in volta presentati in specifici elaborati sia cartografici che di report in cui sono descritti e sintetizzati i risultati del monitoraggio.

Per mettere in relazione gli elaborati finali del monitoraggio con i singoli punti di monitoraggio cui si riferiscono il sistema consentirà di :

- centralizzare il luogo di archiviazione delle informazioni;
- assicurare la protezione e la salvaguardia delle informazioni;
- rendere disponibili e fruibili in tempo reale le informazioni, durante tutto il periodo del monitoraggio;

- rendere le informazioni disponibili di facile fruizione;
- garantire la ufficialità delle informazioni disponibili.

La banca dati realizzata risponderà a tali requisiti e permetterà di effettuare diverse selezioni o interrogazioni, sia sui dati pregressi che sulle ultime informazioni inserite, rendendo possibile, all'occorrenza il prelievo parziale o totale dei dati per ogni tematica ambientale.

Le informazioni sono state articolate in base a:

- punti di monitoraggio
- fase di monitoraggio (ante, corso d'opera)
- componente di monitoraggio

I dati saranno organizzati in modo da risultare completamente compatibili con la struttura logica e fisica del DataBase standard ANAS; in particolare, i dati verranno trasmessi ad ANAS, oltre che nell'usuale reportistica, anche in un file MS Access Strutturato secondo lo standard fornito da ANAS.

Il sistema informativo prodotto permetterà di interrogare una mappa georeferenziata con l'ubicazione dei punti di monitoraggio per ciascuna componente ambientale, che sarà elaborata mediante software con funzionalità GIS.

L'intera area di progetto sarà rappresentata mediante layout in cui il tracciato stradale, le aree di cantiere ed i punti di monitoraggio sono evidenziati su base tipo ortofoto.

Per ogni punto di monitoraggio evidenziato sul layout con un particolare simbolo associato alla componente ambientale sarà creata una relazione con la banca dati in cui saranno organizzati tutti i risultati del monitoraggio sia per la fase Ante-Operam che per la fase di Costruzione.

Da ciascun punto visualizzato sul layout sarà possibile effettuare l'interrogazione dello stesso che sostanzialmente, avviene mediante l'apertura di una scheda collegata al punto e che funziona da menù, perché permette direttamente di aprire e consultare i risultati del monitoraggio che si vogliono visualizzare (Schede – Relazioni di report – Cartografie – Documentazione Fotografica – Rapporti di misura ed altri output di sistemi di analisi).

I punti di monitoraggio saranno forniti anche tre file Shape georeferenziati, suddivisi per tipologia (puntuali, lineari, areali) e datati degli attributi descrittivi necessari alla loro univoca riconoscibilità ed alla relazione con la struttura del database mdb ANAS).

La definizione delle diverse componenti del progetto, architettura dell'infrastruttura, dati, metadati, ecc., è conforme agli standard definiti nell'ambito del Sistema Cartografico di Riferimento e della rete SINAnet, garantendo una piena interoperabilità e la pubblicazione dei risultati nell'ambito del Portale Cartografico Nazionale.

Il suddetto Sistema garantisce la perfetta compatibilità sia con gli standard attualmente in uso presso il Portale Cartografico Nazionale, sia con la Suite di prodotti Software che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha realizzato per l'utilizzo e l'installazione nei Centri Federati e che, pertanto, potranno essere forniti dal medesimo Ministero per l'implementazione del Sistema Informativo del MATTM. La compatibilità di Sistema dovrà essere garantita sia a livello hardware che a livello software, nonché nelle metodologie di accesso e gestione, rispetto al Portale Cartografico Nazionale.

A questo riguardo, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha infatti predisposto una suite di prodotti per la archiviazione degli strati informativi e dei relativi dati associati, finalizzati alla pubblicazione su web, che potranno essere richiesti allo stesso per l'integrazione con il Sistema Informativo Territoriale in sviluppo.

La base informativa georeferenziata è costituita dagli elementi caratteristici del progetto e delle diverse componenti ambientali, oltre che dal database delle misure e degli indicatori, delle schede di rilevamento, delle analisi e dei riferimenti normativi e progettuali.

Tutti i dati georeferenziati dovranno essere associati ad opportuni file di strato vettoriale per la localizzazione geografica, con suddivisione a livello di limiti amministrativi fino almeno a livello comunale.

La georeferenziazione dei dati deve essere effettuata in sistema WGS-84 (World Geodetic System 1984), avendo altresì provveduto alla implementazione di algoritmi di conversione, al fine di tener conto dei diversi Sistemi di Coordinate utilizzati storicamente in cartografia.

Per quanto riguarda il tipo di proiezione, deve essere adottata la proiezione cilindrica traversa di Gauss, nella versione UTM (Universal Transverse Mercator). Anche tutte le cartografie prodotte, sia in formato vettoriale sia in formato raster, dovranno essere rappresentate secondo il sistema WGS84/UTM che, grazie alla corrispondenza delle relative reti, è perfettamente relazionato col sistema nazionale, in vigore nel passato ed ancora in uso.

Al fine di operare la conversione di file vettoriali da un sistema di riferimento all'altro (datum ROMA40|ED50|WGS84 - fuso 32|33|O|E - coordinate piane/geografiche), è possibile richiedere al MATTM la consegna di apposito software.

L'Italia è interessata da due fusi, vale a dire il 32 ed il 33; in particolare, la Lombardia ove è localizzato l'intervento in progetto, ricade nel fuso 33.

Il sistema deve aderire agli standard definiti nell'ambito della rete SINAnet e del Portale Cartografico Nazionale, nonché delle specifiche in corso di elaborazione a livello di Commissione Europea nell'ambito del progetto INSPIRE.

Si evidenzia, inoltre, che il progetto del Sistema Informativo Territoriale dovrà contenere i dettagli relativi sia alle specifiche dei metadati che di tutto il SIT stesso, con i suoi moduli dedicati alla gestione, visualizzazione ed analisi dei dati della base informativa, di gestione, di accesso e di elaborazione dei dati della base informativa, compresi eventuali modelli previsionali specifici per le varie problematiche ambientali, rese disponibili all'utente in un unico ambiente di accesso ai dati ed alle funzioni del sistema, attraverso un'apposita interfaccia grafica con strumenti comuni di interrogazione, presentazione e visualizzazione interattiva della banca dati sia in forma alfanumerica che grafica, conformi a quanto sopra indicato.

I dati saranno condivisi via Web con le varie reti ambientali presenti sul territorio, con la rete SINAnet e con il MATTM, attraverso criteri di interoperabilità con il Portale Cartografico Nazionale; inoltre, sempre via Web, delle opportune elaborazioni dei dati rilevati dovranno essere rese disponibili al pubblico per informazione.

### 3.2 MODALITÀ DI ACQUISIZIONE ED ARCHIVIAZIONE DATI

Nei successivi paragrafi vengono descritte le modalità di acquisizione ed archiviazione dei dati che verranno rilevati nel corso delle attività di monitoraggio ambientale.

#### 3.2.1 ACQUISIZIONE DATI

I dati relativi alle diverse componenti ambientali saranno rilevati attraverso la compilazione di schede di rilievo appositamente redatte.

Tali schede, che sono in formato check-list per semplificare il compito del tecnico di rilievo, si interfacciano direttamente con i più comuni format di maschere data-base dei sistemi di acquisizione informatizzati.

Nelle schede compilate verranno riportati sia tutti i parametri necessari per la componente d'interesse, sia la restituzione fotografica e cartografica della campagna di misura per una corretta documentazione espositiva.

I dati rilevati saranno disponibili sia su documenti cartacei (schede archiviate in minuta ed originale), da trasmettere su richiesta agli enti interessati, sia su archivi informatici. Attraverso

questi ultimi, sarà possibile seguire nel dettaglio l'evoluzione del quadro ambientale e, quindi, poter realizzare un sistema per la distribuzione dell'informazione ai vari enti pubblici.

### 3.2.2 ELABORAZIONE DATI IN FORMA CARTACEA

Per l'acquisizione e la restituzione delle informazioni, saranno predisposte specifiche schede di rilevamento, contenenti elementi relativi al contesto territoriale (caratteristiche morfologiche, distribuzione dell'edificato, sua tipologia, ecc.), alle condizioni al contorno (situazione meteo-climatica, infrastrutture di trasporto e relative caratteristiche di traffico, impianti industriali, attività artigianali, ecc.), all'esatta localizzazione del punto di rilevamento, oltre al dettaglio dei valori numerici delle grandezze oggetto di misurazione ed alle annotazioni di fenomeni singolari che si ritengono non sufficientemente rappresentativi di una condizione media o tipica dell'ambiente in indagine.

Nelle diverse fasi del monitoraggio, per ciascuna delle componenti ambientali considerate, saranno redatte delle planimetrie, nelle quali verranno indicate le opere, le infrastrutture, la viabilità ed i punti di monitoraggio. Tali planimetrie dovranno essere integrate e modificate sulla base degli eventuali cambiamenti che il PMA dovesse subire nel corso della costruzione dell'opera.

### 3.2.3 ELABORAZIONE DATI IN FORMA DIGITALE

Tutti i dati saranno organizzati e predisposti per un loro immediato inserimento in un Sistema Informativo (banca dati), tenendo in considerazione le seguenti necessità:

- ✓ la facilità di archiviazione delle informazioni;
- ✓ la possibilità di ricercare determinate informazioni;
- ✓ la possibilità di costruire grafici per visualizzare l'andamento dei diversi parametri nello spazio e nel tempo;
- ✓ la possibilità di trasmettere i dati

Le informazioni consisteranno essenzialmente in dati e valori registrati dalle apparecchiature di misura e, quindi, nelle successive elaborazioni ed analisi.

In particolare, l'organizzazione di dette informazioni prevede le seguenti esigenze:

- centralizzare il luogo di archiviazione delle informazioni;
- assicurare la protezione e la salvaguardia delle informazioni;
- rendere disponibili e fruibili in tempo reale le informazioni, durante tutto il periodo del monitoraggio;
- garantire l'ufficialità delle informazioni disponibili

La soluzione prevista consiste nella realizzazione di un database che consentirà di effettuare diverse selezioni o interrogazioni, sia sui dati pregressi che sulle ultime informazioni inserite nella banca-dati. Sarà possibile prelevare tutto o parte dei dati in formato tabellare, che potranno poi essere manipolati tramite strumenti standard di tipo foglio elettronico o di tipo data-base. Per ogni tematica ambientale, sarà disponibile l'elenco dei siti e punti di monitoraggio, man mano che verranno definiti durante le fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam.

I dati gestiti comprenderanno, oltre ai risultati delle elaborazioni delle misure, tutte le informazioni raccolte nelle aree d'indagine o sui singoli punti del monitoraggio, integrate, quando opportuno, da allegati riportanti gli elaborati grafici, la documentazione fotografica, stralci planimetrici, output di sistemi di analisi (rapporti di misura, grafici, ecc.)

Le informazioni saranno articolate in base a:

- ai punti di monitoraggio;
- alla fase di monitoraggio (ante-operam, corso d'opera e post-operam);



- alla componente oggetto di monitoraggio

I dati verranno strutturati mediante un'organizzazione di archivi, distinti in funzione:

- della fase di monitoraggio;
- delle aree territoriali oggetto d'indagine;
- delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio

### 3.3 MODALITÀ DI DIFFUSIONE E RESTITUZIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Le modalità previste per la diffusione e l'impiego dei dati che verranno rilevati nell'ambito delle attività di monitoraggio ambientale sono descritte nei successivi paragrafi.

#### 3.3.1 DIFFUSIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO

Lo scopo dell'attività di monitoraggio è quello di fornire efficaci indicazioni non solo al gestore del cantiere ma anche alle istituzioni competenti. A questo fine, tutti i dati derivanti dal monitoraggio saranno resi disponibili e trasferiti all'ARPAL Regione Lombardia, alla Provincia (Sondrio) ed ai Comuni competenti per territorio, ai fini della loro eventuale integrazione nei sistemi informativi ambientali da essi gestiti.

Si evidenzia, inoltre, che per alcuni degli ambiti oggetto del monitoraggio, saranno definite delle soglie di attenzione o di intervento. Il superamento di tali soglie da parte di uno o più dei parametri monitorati, implicherà una situazione inaccettabile per lo stato dell'ambiente e determinerà l'attivazione di apposite procedure, finalizzate a ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili.

In caso di superamento di tali soglie, il soggetto titolare dell'attività di monitoraggio provvederà a darne immediata comunicazione agli enti interessati.

#### 3.3.2 RAPPORTI PERIODICI

Nelle diverse fasi del monitoraggio, per ogni componente ambientale monitorata, verranno prodotti rapporti periodici per i vari punti di misura dopo ogni campagna di monitoraggio. Tali rapporti, oltre ai valori numerici dei diversi parametri misurati, conterranno una descrizione sintetica dello stato della componente monitorata, delle sorgenti di inquinamento eventualmente presenti nella fase di attività in esame, nonché la descrizione delle attività di cantiere svolte e/o in corso.

Nell'ambito dei suddetti rapporti, sarà inoltre riportato il confronto tra le misure rilevate ed i valori di norma e, di conseguenza, verranno evidenziati gli eventuali superamenti dei limiti normativi dei parametri rilevati e le misure correttive che si fosse reso necessario porre in essere.

In particolare, per ciascuna delle componenti ambientali oggetto di monitoraggio verrà redatta la seguente documentazione:

- Schede di misura, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati in tutte le fasi del monitoraggio ambientale
- Relazione di fase per l'ante-operam, nell'ambito della quale saranno illustrati i risultati delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato iniziale delle diverse componenti ambientali prima dell'avvio delle attività di cantiere
- Relazioni annuali per il corso d'opera, in ciascuna delle quali verrà riportata una sintesi dei risultati dei rilievi eseguiti per ciascuno dei due anni solari nei quali si prevede di eseguire l'opera stradale di cui al presente progetto; inoltre, saranno descritte le attività svolte per la realizzazione delle opere ed evidenziate le variazioni indotte dalle attività di cantiere sull'ambiente circostante e le eventuali opere di mitigazione predisposte

- Relazione di fase per il post-operam, nella quale sarà descritto lo stato ambientale indotto a seguito della realizzazione dell'opera di progetto per ciascuna delle componenti considerate; inoltre, verrà verificata l'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati e, ove presenti, saranno individuate le eventuali situazioni critiche "residue", per ciascuna delle quali si provvederà a valutare la necessità di prevedere interventi integrativi per risolvere le suddette criticità
- Schede di misura, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati in tutte le fasi del monitoraggio ambientale