

Variante alla S.S. 45 "Val di Trebbia"
 Comuni di Torrighia e Montebruno
 dal Km 31+500 (Costafontana) al Km 35+600 (Montebruno)
 2° stralcio funzionale

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

I PROGETTISTI:

Ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n. 3594

Ing. Giuseppe Danilo Malgeri
Ordine Ing. di Roma n. A34610

Geol. Serena Majetta
Ordine Geologi del Lazio n. 928

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio Quondam

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

Ing. Giancarlo Luongo

PROTOCOLLO

DATA

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Relazione

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

DPGE03 D 1701

NOME FILE

055_T00_MO_00_MOA_RE_01_A

CODICE ELAB. T00IA01AMBRE01

REVISIONE

A

SCALA:

C					
B					
A	EMISSIONE				
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



T00MO00MOARE01_A

Relazione PMA

INDICE

1	PREMESSA	1
2	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA DI PROGETTO	2
2.1	DIMENSIONI DEL PROGETTO.....	3
2.1.1	Ambito territoriale interessato	3
2.1.2	Caratteri dimensionali e tipologie degli interventi previsti.....	4
3	COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE.....	8
3.1	SUOLO E SOTTOSUOLO	8
3.1.1	Generalità e obiettivi	8
3.1.2	Criteri Generali ed estensione del monitoraggio	8
3.1.2.1	Ante opera	8
3.1.2.2	Corso d'opera.....	12
3.1.2.3	Post opera.....	13
3.1.3	Indicatori rilevati.....	13
3.1.4	Punti di Monitoraggio.....	14
3.1.5	Metodiche di monitoraggio e tipologie di analisi	15
3.1.6	Reportistica.....	15
3.2	AMBIENTE IDRICO	16
3.2.1	Stazioni di monitoraggio.....	16
3.2.2	Durata e frequenza del monitoraggio	18
3.2.3	Metodiche di monitoraggio	18
3.2.3.1	Valutazione stato qualitativo in situ	18
3.2.3.2	Indice multimetrico STAR di intercalibrazione (STAR_ICMi).....	20
3.2.3.3	Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi).....	26
3.2.4	Reportistica.....	29
3.3	BIODIVERSITÀ.....	29
3.3.1	Stazioni di monitoraggio.....	29
3.3.2	Durata e frequenza del monitoraggio	32
3.3.3	Metodiche di monitoraggio	32
3.3.3.1	Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico.....	32
3.3.4	Reportistica.....	34
3.4	VEGETAZIONE	35
3.4.1	Stazioni di monitoraggio.....	35
3.4.2	Durata e frequenza del monitoraggio	35
3.4.3	Modalità di esecuzione del monitoraggio	36
3.4.3.1	Transetti sezionali	36
3.4.3.2	Definizione del pregio naturalistico	37
3.5	RUMORE	37

3.5.1	Stazioni di monitoraggio acustico.....	37
3.5.1.1	Criteri generali	37
3.5.1.2	Localizzazione dei punti di misura	38
3.5.2	Metodologia di esecuzione del monitoraggio.....	39
3.5.2.1	Misure fonometriche nella Fase Ante Opera	40
3.5.2.2	Misure fonometriche nella fase Corso d'Opera.....	40
3.5.2.3	Misure fonometriche nella fase Post Opera	40
3.5.2.4	Programma delle misurazioni	41
3.5.3	Limiti normativi.....	41
3.5.4	Definizione del campo d'incertezza della misura.....	43
3.6	REPORTISTICA	43
3.7	AZIONI DA SVOLGERE IN CASO DI IMPATTI NEGATIVI IMPREVISTI.....	46
4	BIBLIOGRAFIA	47

1 PREMESSA

Il progetto cui il presente PMA è allegato riguarda i lavori di adeguamento alla sezione stradale di categoria C2 della SS 45 Val di Trebbia, nei tratti compresi tra le chilometriche 32+445 - 32+619 e 33+090.50 - 34+819.41, ubicati nei comuni di Torriglia e, per una piccola parte, di Montebruno, entrambi ricadenti nel territorio della Città Metropolitana di Genova.

L'intervento di progetto costituisce la prosecuzione di un esteso programma di adeguamenti dell'infrastruttura stradale di interesse nazionale che collega la pianura padana con il litorale tirreno-ligure, attraversando un territorio orograficamente pronunciato.

Il progetto del monitoraggio ambientale della costruzione di un'opera infrastrutturale, articola un complesso di informazioni e decisioni che dipendono da molte condizioni al contorno. Secondo quanto prescritto dalle "linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale" della Commissione Speciale VIA, il sistema di monitoraggio ambientale, attraverso la restituzione di dati continuamente aggiornati, fornisce indicazioni sui trend evolutivi e consente la misura dello stato complessivo dell'ambiente e del verificarsi di eventuali impatti non previsti nella fase progettuale e di valutazione ambientale.

Il monitoraggio ambientale segue dunque un percorso complesso che, nel corso della sua realizzazione, per molteplici ragioni, non ultime quelle ambientali, può subire delle variazioni che possono implicare modifiche e/o integrazioni a quanto previsto progettualmente. Oltre alle modifiche eventualmente dovute a diverse modalità di costruzione, possono presentarsi variazioni alle attività di monitoraggio, determinate dai risultati delle indagini preliminari previste nelle fasi iniziali (Ante Opera). Mentre le variazioni riguardanti il cronoprogramma delle attività di cantiere vengono gestite da particolari procedure previste dal PMA e devono comunque essere considerate nella definizione del programma di misure, variazioni di altro tipo necessitano di un aggiornamento ragionato degli elaborati. Tali aggiornamenti, che costituiscono il normale processo di affinamento progettuale in fase esecutiva, possono essere di vario tipo, per esempio:

- aggiornamento del censimento ricettori (nel caso del rumore, ad esempio, se viene costruito un nuovo edificio, o se uno esistente diventa ricettore per lo spostamento di un cantiere o la modifica di un layout; nel caso della vegetazione se viene istituita una nuova area tutelata);
- aggiornamento del numero di punti di monitoraggio o loro spostamento;
- cambiamento della periodicità delle misure;
- modifiche alle tecniche di monitoraggio: parametri rilevati, durata del rilievo;
- recepimento di indicazioni e prescrizioni emanate dagli organi di controllo, ecc.;

e potranno essere svolti tenendo conto di:

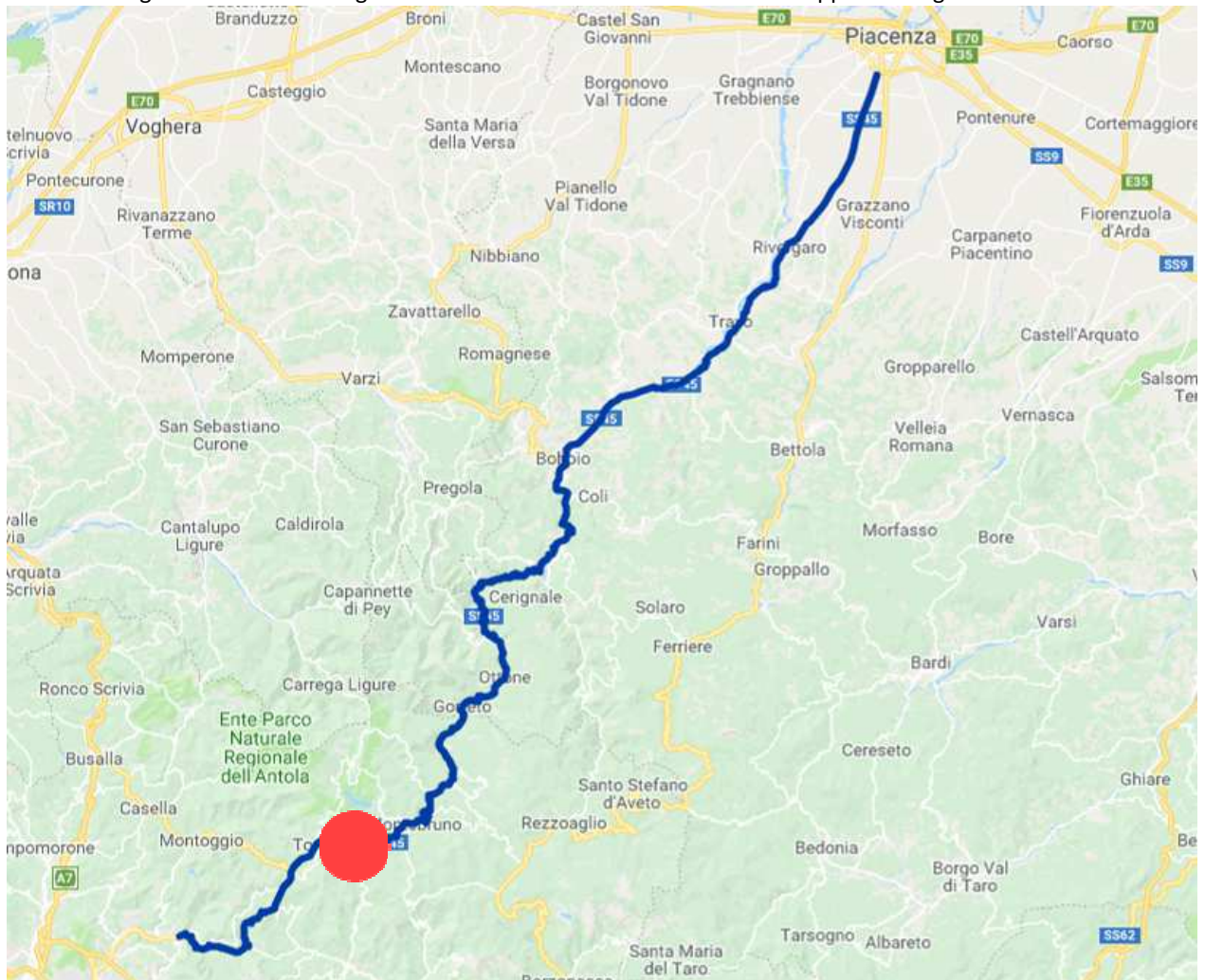
- presente PMA;
- Progetto Definitivo ed Esecutivo dell'opera (inclusa la parte della cantierizzazione);
- Linee Guida per la realizzazione di un PMA;
- eventuali prescrizioni o raccomandazioni emanate in sede di approvazione del progetto.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è dunque uno strumento di programmazione di attività e attuazione di metodologie che per necessità deve avere forma dinamica, tale da consentire l'accoglimento delle eventuali "varianze" che possono presentarsi.

2 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA DI PROGETTO

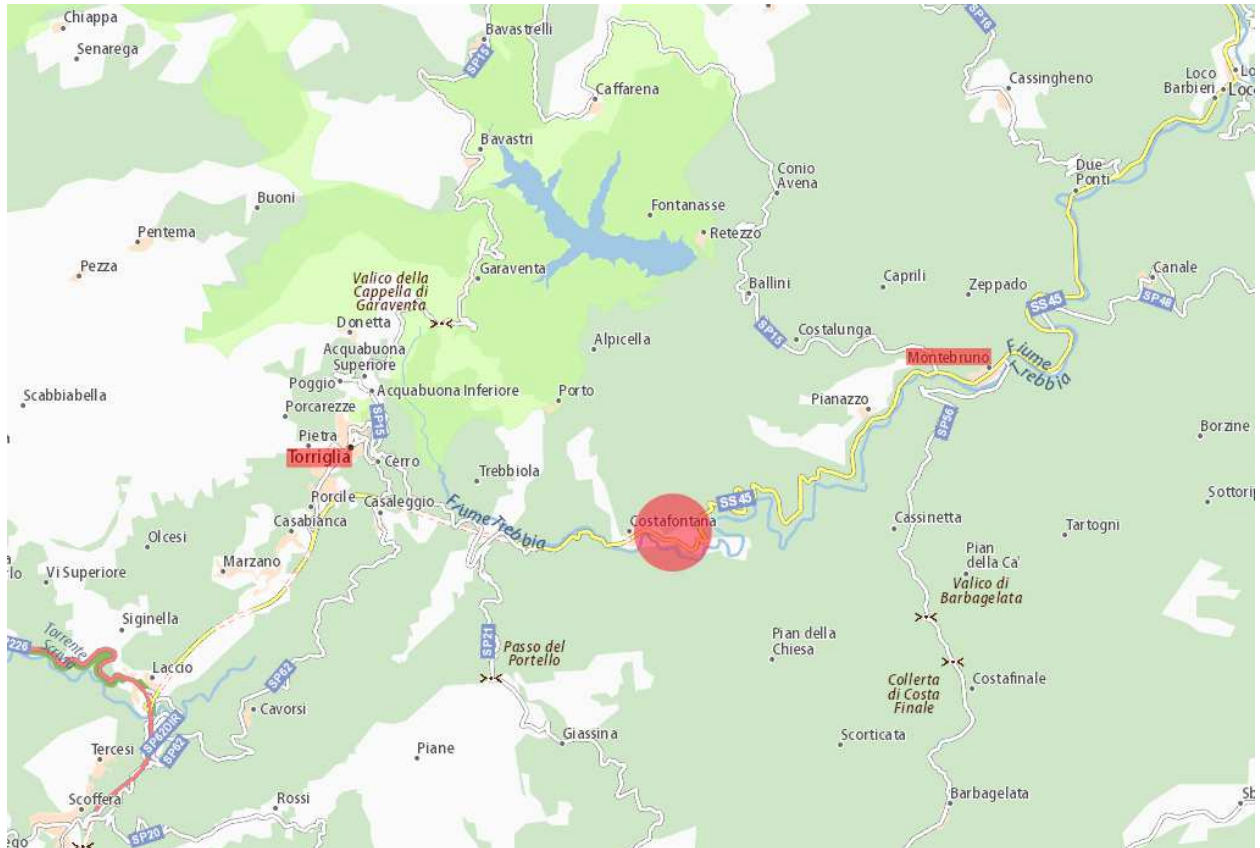
Lo scopo generale del progetto di adeguamento alla sezione di tipo C2, è quello di contribuire a migliorare la percorribilità complessiva e locale della SS 45 – Val di Trebbia e ridurre la pericolosità sui tratti interessati, eliminando le cause di rischio d'incidente.

L'infrastruttura stradale SS 45 – Val Trebbia ha inizio a Genova (Liguria) e termina a Piacenza (Emilia-Romagna), per un'estesa totale di 118,859 km, dei quali 42,579 in territorio della provincia di Genova e 76,28 in quella di Piacenza. Essa collega la costa del Mar Ligure con la Pianura Padana attraversando l'Appennino ligure.



Localizzazione geografica del progetto: in colore blu è indicato il tracciato della SS 45 - Val di Trebbia, col cerchio di colore rosso è indicato l'ambito dell'intervento.

I tratti infrastrutturali interessati dal progetto sono collocati nell'Appennino ligure, nel territorio dei comuni di Torriglia e Montebruno, in provincia di Genova. Il primo tratto d'intervento trovasi in località Ponte Trebbia, mentre il secondo è ubicato in località Costamaglio, entrambi dunque in un territorio montagnoso con dislivelli orografici anche rilevanti.



Localizzazione dell'ambito di progetto nel territorio dei comuni di Torrignia e Montebruno.

La strada segue i versanti montuosi, assumendo talvolta andamento tortuoso, con curve a stretto raggio e continui cambi di pendenza.

Il secondo tratto d'intervento costeggia la parte alta del fiume Trebbia, affluente di destra del fiume Po, dall'andamento tortuoso per lunga parte del suo percorso. La totale assenza di aree industriali nella parte alta, fa del fiume Trebbia uno dei pochi con tasso di inquinamento quasi nullo.

Dal punto di vista dell'assetto territoriale, l'area interessata dagli interventi di progetto è indicata nel Piano Territoriale di Coordinamento quale Ambito 11 comprendente le valli Trebbia, Aveto e Scri-via. In tali contesti è sottolineato l'aspetto di uniformità del territorio, soprattutto nell'organizzazione degli insediamenti e delle tipologie edilizie.

L'intervento ricade all'interno del vincolo idrogeologico e del vincolo ex art. 142, comma 1, lettera g) del D.Lgs. 42/2004 - foreste e boschi.

2.1 DIMENSIONI DEL PROGETTO

2.1.1 AMBITO TERRITORIALE INTERESSATO

I comuni interessati dalla realizzazione degli interventi in progetto sono due: Torrignia e Montebruno, entrambi appartenenti al territorio della Città Metropolitana di Genova.

L'area appartiene all'entroterra genovese, in un'area montuosa a cavallo tra Appennini e Alpi. Il territorio ligure, che si affaccia sul mare Ligure, è contraddistinto dal fatto che non è interposta al-cuna fascia orografica di transizione, collinare o di pianura. Di conseguenza, il territorio della Città Metropolitana di Genova, collocandosi in corri-

spondenza di tale discontinuità orografica, in un ambito di elevata ristrettezza ed asperità, presenta caratteristiche morfologicamente complesse che hanno determinato, storicamente, condizioni di evidente svantaggio per l'organizzazione del sistema insediativo, infrastrutturale e dello sviluppo di attività economiche. Pertanto sono stati occupati da insediamenti urbani e dalle infrastrutture i limitati ambiti pianeggianti posti sulla costa e nelle valli e soggetti a fenomeni di esondazione.

I versanti costieri e delle valli interne, sono stati oggetto dell'opera di antropizzazione che ne ha strutturato la conformazione nei tipici terrazzamenti, determinando una condizione di equilibrio idrogeologico altamente fragile.

In un territorio strutturato nei termini sopra descritti, le relazioni tra gli ambiti che lo compongono e le aree geografiche circostanti sono sempre risultati difficili, fortemente condizionati dalla morfologia e dalle capacità di superare i principali ostacoli fisici. Ciò ha determinato, nel tempo, il costituirsi di due realtà distinte, caratterizzate da differenti dinamiche evolutive e potenzialità di sviluppo: la costa e la montagna con le valli interne.

La montagna, il cui sistema insediativo di crinale e di mezzacosta ha sviluppato intense relazioni, sia interne ai diversi ambiti territoriali, che esterne, specie lungo le direttrici trasversali di collegamento tra la costa e l'area padana, favorendo la formazione del sistema insediativo di valle.

Tale organizzazione si è mantenuta sino a che il relativo sistema economico, basato sulle attività agricole e commerciali, ha conservato la propria autonomia rispetto al sistema economico, industriale e commerciale, della maggiori concentrazioni urbane sulla costa.

Oggi, il mondo della montagna e delle valli interne, con una certa attenuazione negli ambiti di fondovalle, sviluppa relazioni essenzialmente interne al territorio provinciale e in rapporto di dipendenza dalle due principali aree urbane del genovese e del chiavarese, sia per quanto attiene ai principali servizi di interesse collettivo (istruzione, sanità, amministrazione), che in termini occupazionali.

La Val Trebbia, nella quale è collocato l'intervento, si trova in un uno degli ambiti di montagna appena descritti.

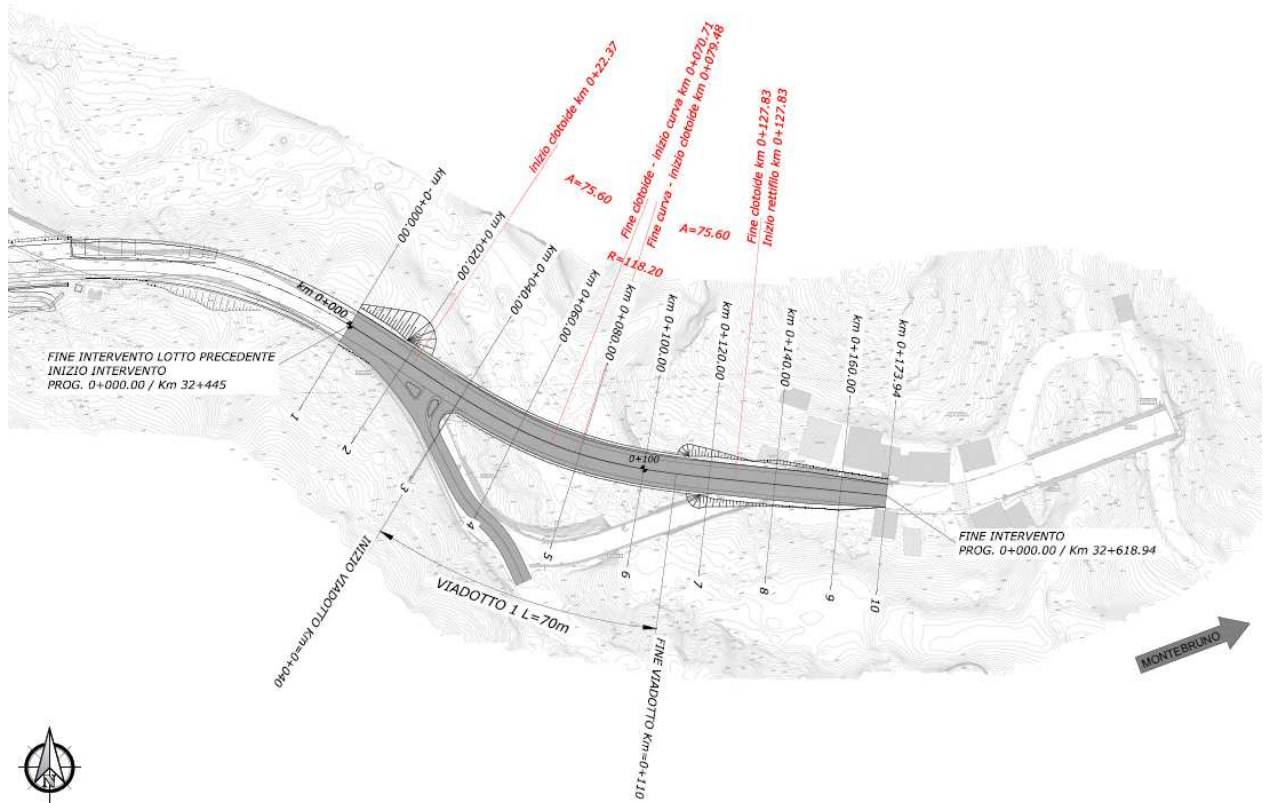
2.1.2 CARATTERI DIMENSIONALI E TIPOLOGIE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

I tratti dell'infrastruttura interessati dall'intervento, sono così suddivisi:

- il tratto compreso fra le progressive chilometriche da 32+287,00 a 32+446,95 ha una lunghezza complessiva di 159,95 m;
- quello compreso fra le progressive chilometriche da 33+080 a 35+600 ha una lunghezza complessiva di 2.520 m.

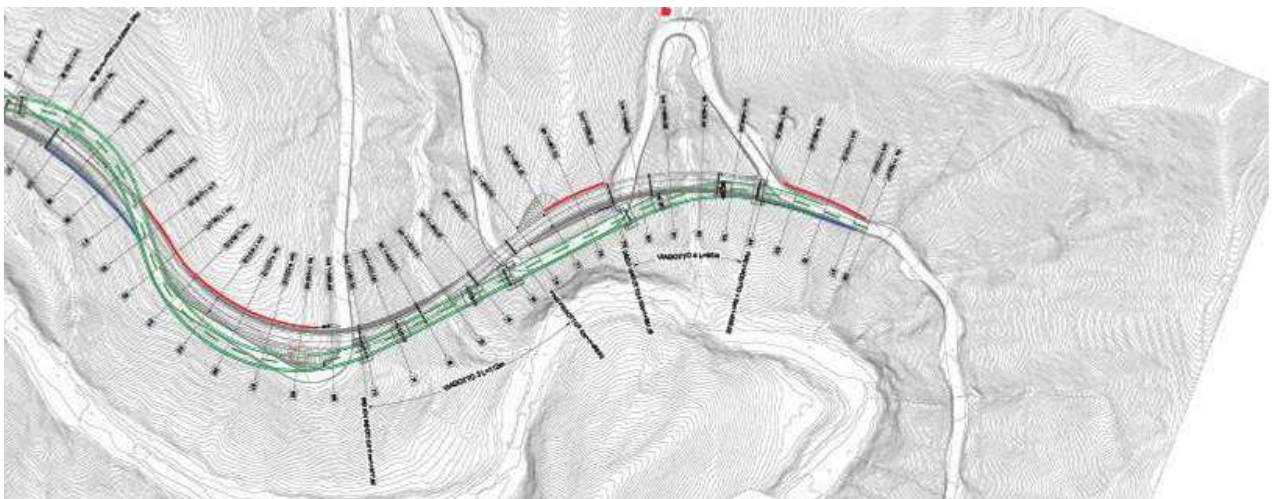
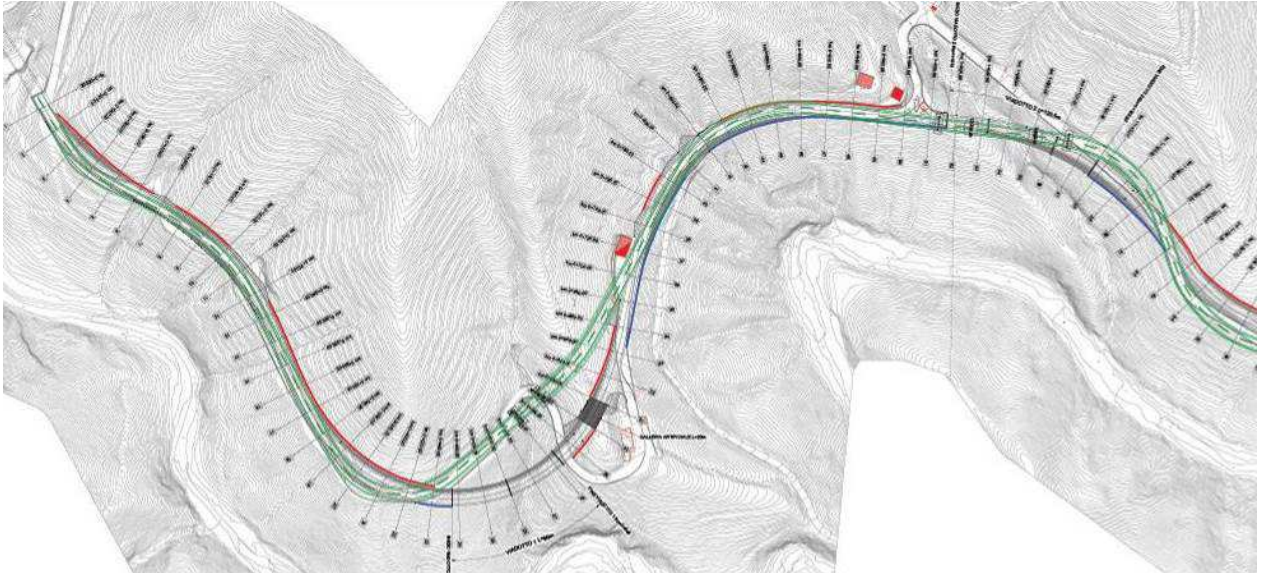
L'estesa complessiva dei due interventi sommati fra loro ammonta quindi a 2.679,95 m.

Le opere contemplate nel primo tratto d'intervento (km 32+287,00 – 32+446,95), prevedono sostanzialmente la rettifica di una curva molto secca posta in corrispondenza del ponte sul torrente Trebbia, in località omonima. L'intervento, contestualmente alla rettifica di tracciato, comporta ovviamente anche la ricostruzione del ponte medesimo.



Planimetria di progetto degli interventi previsti nel primo tratto (km 32+287,00 – 32+446,95), in prossimità dell'abitato di Ponte Trebbia – comune di Torriglia.

L'intervento relativo al secondo tratto, contempla opere da realizzarsi su uno sviluppo di circa 2,6 km, comprese in una porzione con dislivello altimetrico contenuto in circa 40 metri e finalizzate al miglioramento della fluidità del percorso sulla SS 45 Genova-Piacenza, nel tratto immediatamente seguente alla galleria di Serra fino al rettilineo precedente l'abitato di Montebruno. Come si può vedere dall'immagine sotto riportata, l'opera più impegnativa del 2° stralcio riguarda il tratto della lunghezza di ca. 280 m, compreso fra la chilometrica di progetto 0+440 e 0+720, nel quale è compresa la realizzazione di un viadotto e di una galleria artificiale, necessari per eliminare una coppia di tornanti molto stretti.



Planimetria (suddivisa in due sezioni) di progetto degli interventi previsti nel secondo tratto (km 33+080,00 – 35+600,00), nei comuni di Torriglia e, nel tratto terminale in quello di Montebruno.

Più nello specifico i lavori consisteranno nell'esecuzione delle seguenti opere:

- 1.493 metri di allargamento in sezione dei limiti dell'attuale careggiata con asportazione di terra e materiale lapideo e creazione di muri di controripa;
- 401,55 metri in viadotto;
- 77,27 metri in galleria con escavazione ex novo;
- esecuzione di raccordi con aree già adeguate;
- realizzazione di aree di deposito temporanee e viabilità di cantiere.

Per quanto riguarda le escavazioni ex novo ed impianto pali viadotti:

- l'escavazione di due gallerie in prossimità della località Costamaglio, tra il km 33+747 ed il km 33+979;
- la realizzazione di due viadotti, rispettivamente posti nelle tratte comprese tra i km 34+807 e 35+300 ed i km 35+376 e 35+662.

Per quanto riguarda l'allargamento in sezione:

- tra il km 32+287 ed il km 32+320 il progetto contempla l'esecuzione del semplice rifacimento del manto stradale, senza modificare l'assetto del tracciato infrastrutturale;
- tra il km 32+329 e il km 32+446, in località Costa Fontana, si prevede la realizzazione di un lieve ampliamento del raggio di curva ma con contenuti allargamenti delle sezioni;
- tra il km 33+080 e il km 33+747, in particolare sulla curva n. 12, in località Costamaglio, dove si trasferisce l'asse stradale sulla curva di livello superiore, si realizzerà un significativo asporto di materiale;
- tra il km 33+979 ed il km 34+288 sono previsti limitati interventi con il mantenimento del tracciato originario;
- tra il km 34+517 e il km 34+807 è prevista una lieve rettifica della curva n. 17.

3 COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE

3.1 SUOLO E SOTTOSUOLO

Considerata l'entità degli scassi superficiali da eseguire - sia per l'esecuzione della galleria artificiale e delle opere di sostegno dei viadotti che per l'apprestamento dei diversi cantieri - in considerazione anche della collocazione degli interventi in un ambito caratterizzato dalla presenza estesa del vincolo idrogeologico-forestale, è necessario controllare l'evoluzione dello stato della situazione pedologica a seguito dell'esecuzione delle lavorazioni e consentire l'integrale ripristino delle condizioni di ante opera.

3.1.1 GENERALITÀ E OBIETTIVI

Il monitoraggio della componente suolo e sottosuolo, viene eseguito con lo scopo di garantire che le opere di progetto siano svolte nel pieno rispetto della situazione pedologica esistente ed in modo da consentire l'integrale ripristino delle condizioni di ante opera.

A tal fine, il territorio interessato dall'opera verrà indagato nelle sue componenti principali e maggiormente rilevanti che, nel caso specifico, consistono prevalentemente in aree di tipo naturale, la cui tutela e conservazione risulta fondamentale.

Per la componente suolo e sottosuolo, in considerazione del progetto in esame e del territorio allo studio, i principali rischi che si profilano possono essere riassunti come di seguito:

- danneggiamento degli orizzonti superficiali, dovuto ad operazioni di scavo non adeguate o a cattiva conservazione dello strato fertile, con conseguente potenziale diminuzione della fertilità e una variazione nelle caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli.
- sversamenti accidentali di sostanze inquinanti, sia a carico degli strati profondi che delle aree limitrofe;
- deterioramento delle caratteristiche fisiche del suolo (struttura, permeabilità, porosità);
- fenomeni di erosione.

3.1.2 CRITERI GENERALI ED ESTENSIONE DEL MONITORAGGIO

Le attività di monitoraggio sono oggetto di un'attenta pianificazione, al fine di perseguire i seguenti obiettivi:

- evitare i rischi principali sopra descritti;
- consentire il ripristino del territorio alla situazione di ante opera, anche nel caso in cui si verificano anomalie impreviste.

L'attività di monitoraggio prevede pertanto la rilevazione dei caratteri chimici e fisici dei suoli dell'area di progetto, al fine di disporre di indicatori significativi per la valutazione dei principali rischi di degradazione sopra citati.

Naturalmente ciascuna attività di monitoraggio sarà svolta secondo le metodologie ed i criteri più appropriati, in funzione dello stato d'opera del progetto.

I laboratori che effettueranno le analisi descritte saranno accreditati in conformità alla UNI ISO 17025; per alcune analisi per cui non sarà disponibile tale livello di accreditamento, verrà svolta una indispensabile fase di intercalibrazione metodologica tra i laboratori interessati ed i laboratori ARPA di competenza.

3.1.2.1 Ante opera

Il monitoraggio di ante opera ha, quale obiettivo principale, la definizione dello stato pedologico ed ambientale esistente, prima cioè della realizzazione di qualsiasi intervento. L'analisi dei dati derivati da tale indagine consente

di definire con un certo grado di precisione i rischi potenziali che potrebbero insorgere a seguito delle attività di corso d'opera, nonché di valutare l'efficacia delle attività di ripristino e di mitigazione adottate, in riferimento alla qualità dei suoli e dell'ambiente.

L'indagine di ante opera consente quindi di raccogliere gli elementi utili per eseguire una progettazione di dettaglio di tutte le operazioni e gli interventi da effettuare per garantire la tutela ed il successivo ripristino delle condizioni di partenza.

L'attività di monitoraggio prevista nella fase ante opera sarà preceduta da un'indagine conoscitiva ad integrazione del quadro informativo esistente, con l'acquisizione di:

- documentazione relativa ai vari aspetti della progettazione costruttiva significativi ai fini del monitoraggio (tipologia, ubicazione, estensione delle aree di cantiere e di cava e delle altre aree di lavoro e/o di stoccaggio e delle varie opere lungo la linea);
- dati desumibili da studi e ricerche, e connesse elaborazioni numeriche, grafiche e cartografiche, di carattere pedo-agronomico relativi agli ambiti territoriali interferiti dall'infrastruttura, con particolare riguardo a: uso attuale e capacità d'uso dei suoli, classificazioni e caratterizzazioni pedologiche, produttività, pratiche colturali precedenti ed eventuale fase di produzione agricola contestuale all'insediamento dei cantieri e all'avvio dei lavori.

Per la fase di ante opera gli ambiti oggetto di monitoraggio per la componente suolo riguarderanno le aree destinate ai cantieri, aree tecniche e/o di stoccaggio in corrispondenza di viadotti, galleria artificiale, per le quali sia previsto il recupero vegetazionale e saranno posizionati in base a criteri di rappresentatività delle caratteristiche pedologiche e di utilizzo delle aree.

Il monitoraggio sarà realizzato con carattere di completezza, sistematicità e con modalità di attuazione pressoché invariate nelle fasi ante opera e post opera, mentre nella fase di corso d'opera saranno effettuati controlli finalizzati a verificare il consumo di suolo.

Il rilevamento sarà eseguito una sola volta prima delle attività previste per l'esecuzione dell'opera.

Nei punti di monitoraggio, le caratteristiche dei suoli saranno investigate, descritte e dimensionate fino a profondità dell'ordine di 1,5 - 2 m, mediante l'esecuzione:

- di scavi (di dimensioni usuali di circa 1x1 m) che consentano accurate descrizioni di profili pedologici;
- di trivellate eseguite con trivella a mano.

Per ciascun punto di monitoraggio, oltre ai riferimenti geografici (comprese le coordinate) e temporali, saranno registrati i caratteri stazionali dell'area di appartenenza: quota, pendenza, esposizione, uso del suolo, vegetazione, substrato pedogenetico, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale, altri aspetti superficiali, stato erosivo, permeabilità, ecc..

Nella descrizione dei profili dei suoli saranno definiti i diversi orizzonti e, relativamente a ciascuno di questi, i seguenti parametri: profondità, tipo e andamento del limite inferiore; umidità; colore; screziature; tessitura; contenuto in scheletro; contenuto in humus; struttura; consistenza; presenza di pori e fenditure; presenza di attività biologica e di radici; presenza (e natura) di pellicole, concrezioni, noduli, efflorescenze saline; reazione (pH); effervescenza all'HCl.

Il contesto areale di ogni punto di monitoraggio e lo spaccato di ciascun profilo pedologico saranno documentati anche fotograficamente, oltre che attraverso una puntuale attività di fotointerpretazione ed una campagna di rilievi pedologici, dai quali si otterrà una cartografia di dettaglio dove rappresentare la consistenza e le caratteristi-

che della copertura pedologica esistente.

La scelta del numero di profili completi da effettuare per ciascuna area di cantiere verrà fatta sulla base delle caratteristiche pedologiche del sito; tali informazioni verranno ricavate sia dalle osservazioni di campagna sia dalla carta dei suoli.

Per la realizzazione dei profili si procederà allo scavo di una trincea di profondità pari a 1,5 m o fino al raggiungimento di uno strato impenetrabile o della prima falda; diversamente, le trivellate manuali saranno effettuate fino ad una profondità di 1,2 m o fino al raggiungimento del primo orizzonte impenetrabile.

Dalle trivellate, localizzate in siti non prossimi a quelli dove vengono effettuati i profili pedologici completi, verranno raccolti due campioni in doppio, uno per il topsoil ed uno per il subsoil, al fine di disporre di materiale sul quale poter condurre in futuro eventuali analisi, nel caso esse risultassero indispensabili per la verifica di impatti a carico della componente suolo.

In ciascuna area di cantiere, dalla trivellata più prossima alle lavorazioni verranno prelevati campioni relativi all'orizzonte superficiale e all'orizzonte profondo, sui quali verranno condotte analisi per la determinazione della concentrazione dei seguenti metalli pesanti: arsenico, cadmio, cromo tot e cromo VI, rame, mercurio, nichel, piombo, zinco.

I dati provenienti dai profili saranno utilizzati per l'individuazione completa dei caratteri dei suoli, mentre quelli provenienti dalle trivellate serviranno per individuare i tipi pedologici principali e verificare la variabilità spaziale dei tipi nell'area considerata. Per ognuno dei profili pedologici completi effettuati verranno raccolte sul campo le informazioni riportate nella seguente tabella:

Dati di campagna, descrizione del profilo (la trivellata prevede la descrizione di alcuni dei caratteri elencati)

Informazioni Generali	Numero osservazione
	Località
	Rilevatori
	Data
Caratteri fisionomico-paesaggistici della stazione	Paesaggio
	Rischio inondazione
	Erosione e deposizione
	Aspetti superficiali
	Fessure
	Pietrosità superficiale
	Rocciosità
	Falda
	Uso del suolo
	Vegetazione
	Copertura vegetazione
Gestione acque	
Qualità del suolo	Profondità contatto litico
	Profondità utile alle radici

	Limitazioni radicabilità
	Lavorabilità
	Percorribilità
	Drenaggio
	Classe permeabilità
	Deflusso superficiale
	AWC
	Rischio incrostamento
Caratteri degli orizzonti	Designazione degli orizzonti
	Profondità dell'orizzonte
	Umidità
	Struttura
	Resistenza/modalità di rottura
	Pori
	Fessure
	Radici
	Radicabilità
	Colore matrice ed aggregati
	Screziature
	Concrezioni
	Pellicole e facce di pressione
	Attività biologica
	Adesività
	Plasticità
	Tessitura
	Scheletro
	pH
	Effervescenza all'HCl
AWC orizzonti	
Permeabilità orizzonti	

Tali dati verranno trascritti sulle schede di campagna specifiche per profili pedologici e trivellate.

I campioni da sottoporre alle analisi chimico-fisiche di laboratorio, riguarderanno tutti i profili pedo-logici completi effettuati. In particolare, per ciascun profilo, verrà prelevato un campione disturbato in doppio per ogni orizzonte individuato, con un numero medio ipotizzabile di 4 orizzonti per profilo.

I campioni disturbati saranno sottoposti alle seguenti analisi: tessitura, pH in acqua, capacità di scambio cationico, basi scambiabili (Ca, Mg, K, Na), carbonio organico, carbonati totali, fosforo assimilabile e azoto totale (fosforo assimilabile e azoto totale per i soli orizzonti superficiali).

Sui campioni relativi all'orizzonte superficiale e all'orizzonte profondo saranno condotte analisi per la determina-

zione della concentrazione dei seguenti metalli pesanti: arsenico, cadmio, cromo tot e cromo VI, rame, mercurio, nichel, piombo, zinco. Le analisi verranno condotte secondo le metodologie descritte in seguito.

Nel caso il profilo presenti orizzonti con scarso contenuto in scheletro o concrezioni scarse o nulle, non cementati, saranno prelevati anche n. 5 campioni indisturbati, relativi all'orizzonte superficiale. Su tali campioni saranno effettuate analisi relative alla densità apparente (analisi in triplo) e alla ritenzione idrica a diverse pressioni (analisi in doppio). Tali determinazioni sono necessarie sia per la misura della capacità di ritenuta idrica (AWC), che della porosità, in quanto entrambe potrebbero subire alterazioni in seguito alle attività di progetto.

Per le aree di cantiere nelle quali saranno previste attività di betonaggio, sui campioni relativi all'orizzonte superficiale e all'orizzonte profondo del profilo più prossimo all'area di betonaggio, verranno condotte analisi per l'individuazione di eventuali inquinanti presenti (metalli pesanti: arsenico, cadmio, cromo tot e cromo VI, rame, mercurio, nichel, piombo, zinco, idrocarburi pesanti ed idrocarburi policiclici aromatici).

Profili e trivellate saranno altresì registrati in un idoneo repertorio fotografico.

I dati sopra descritti verranno quindi acquisiti ed elaborati, al fine di realizzare una carta dei suoli, in scala 1:10.000, per la classificazione dei suoli sarà applicato lo standard USDA (Soil Taxonomy, 1999 e Keys to Soil Taxonomy, 2010), fino a livello di famiglia e lo standard internazionale "Word Reference Base for Soil Resources" (W.R.B., FAO, 2006 e versione italiana, 1999). Per ogni unità cartografica sarà redatta una scheda informativa e per ciascuna area di cantiere verrà realizzata una breve relazione tecnica di descrizione della copertura pedologica esistente.

3.1.2.2 Corso d'opera

Il monitoraggio di corso d'opera, ha lo scopo di controllare le attività di cantiere con particolare riferimento a:

- aree interne al cantiere: in cui sarà necessario verificare che le attività siano condotte secondo criteri tali da non pregiudicare il successivo ripristino delle aree in oggetto;
- aree limitrofe ai cantieri: in cui dovrà essere verificata l'eventuale influenza delle attività di cantiere, a carico dei territori limitrofi;
- aree naturali: in cui le verifiche saranno condotte in parallelo al monitoraggio della componente vegetazione.

Gli ambiti oggetto di monitoraggio in corso d'opera si identificano con i medesimi ambiti dell'indagine condotta in fase di ante opera.

Verranno eseguiti dei sopralluoghi con cadenza annuale presso le aree di cantiere, volti a verificare la congruità dei lavori eseguiti, rispetto alle esigenze di conservazione e alle indicazioni di mitigazione definite in fase di ante opera. Sarà posta particolare attenzione agli interventi di regimazione delle acque superficiali, per contrastare i rischi di erosione, ai segni di degradazione fisica e chimica dei suoli per sversamenti accidentali di sostanze tossiche, alle tecniche di scotico e di conservazione degli starti fertili superficiali, nonché ai sistemi di protezione delle superfici in pendenza e agli eventuali fenomeni di compattamento causati dai mezzi impiegati nei cantieri. A tal fine, nel caso non siano state effettuate operazioni di impermeabilizzazione del sito o comunque rimaneggiamento superficiale con apporto di materiale, nel corso di ciascun sopralluogo, verrà effettuato un prelievo di topsoil in triplo sul quale verrà eseguita l'analisi della densità apparente, con lo scopo di poter oggettivamente confrontare lo stato di compattazione del suolo con quanto rilevato nelle fasi ante opera.

Inoltre, con cadenza annuale, sarà effettuata una trivellata manuale, negli stessi punti e con le stesse modalità previste in ante opera. L'orizzonte più superficiale, alla stessa profondità di prelievo dell'ante opera, verrà campionato per la determinazione dei metalli pesanti (arsenico, cadmio, cromo tot e cromo VI, rame, mercurio, nichel,

piombo, zinco, degli idrocarburi pesanti e degli idrocarburi policiclici aromatici).

Tutto quanto rilevato in fase di sopralluogo sarà oggetto di registrazione in apposita modulistica, corredata da report fotografico ed il tutto verrà riportato in appositi report tecnici, uno per ciascuna campagna di rilievo effettuata.

3.1.2.3 Post opera

Il monitoraggio in fase di post opera ha lo scopo di valutare le eventuali alterazioni causate dalle attività svolte nelle aree di cantiere a carico del suolo e pertanto sarà indirizzato a verificare la corretta esecuzione del ripristino dei suoli in tutte le aree monitorate in ante opera e in corso d'opera, temporaneamente occupate in fase di costruzione e destinate al recupero vegetazionale.

Ai fini di tale verifica, l'indagine sarà realizzata con le medesime modalità e quantità di interventi (punti di monitoraggio e campionature), negli stessi siti e relativamente agli stessi parametri del monitoraggio ante opera, in modo da consentire un adeguato confronto tra le caratteristiche chimico-fisiche dei suoli antecedenti alla costruzione dell'opera e quelle successive alle operazioni di ripristino. Più specificamente, ciascun punto di monitoraggio della fase post opera manterrà la medesima tipologia (profilo o trivellata) ed avrà, ove possibile, un'ubicazione molto prossima al corrispondente punto di fase ante opera; allo stesso modo i campioni di terreno saranno prelevati in ciascun punto nello stesso numero ed alle stesse profondità della fase ante opera.

Nel caso di zone interessate in corso d'opera da sversamenti accidentali, i punti di misura più vicini a tali zone potranno essere riposizionati, e lo spettro delle analisi chimiche previste potrà essere ampliato, allo scopo verificare, al di là dei possibili accertamenti già effettuati, le conseguenze di tali eventi accidentali e/o l'efficacia delle misure di bonifica eventualmente già adottate.

3.1.3 INDICATORI RILEVATI

La necessità di definire indici di qualità dei suoli risulta esigenza assodata e diffusa all'interno della comunità scientifica. La definizione della qualità del suolo è un processo di applicazione delle conoscenze acquisite per raggiungere, come obiettivo, la gestione sostenibile degli agro-ecosistemi. A livello metodologico sono diversi i modelli applicativi proposti che basano il loro fondamento sulla individuazione di un set di parametri ritenuti significativi, ai quali vengono attribuiti pesi relativi.

Per quanto riguarda gli indicatori chimici, ad esempio, l'EPA (U.S. Environmental Protection Agency) ha proposto 1800 parametri mentre l'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) propone 58 indicatori di qualità dei suoli.

Anche l'Organizzazione Internazionale di Standardizzazione (ISO) ha istituito un comitato tecnico (TC 190) per la standardizzazione delle metodiche relative alla determinazione di alcuni parametri inerenti la qualità del suolo.

A livello nazionale oltre a norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione), il TES (Territorio e Suolo) ha individuato, all'interno dello schema di riferimento DPSIR (Driving forces, Pressure, State, Impact and Response), un centinaio d'indicatori, la metà dei quali ritenuti prioritari (Nappi, 2000).

Allo stato attuale, tuttavia, non vi è un accordo completo e generale sulla metodologia da applicarsi e sui parametri da considerare nella definizione della qualità del suolo.

Secondo altri criteri un suolo è considerato di buona qualità quando i contenuti in sostanze tossiche sono tali da non causare alcun danno agli esseri viventi che vengono in contatto con esso. Per valutare la qualità dei suoli se-

condo questo punto di vista, è quindi possibile utilizzare degli indicatori biologici che rilevino alterazioni a carico del suolo che possono essere legate sia a fattori antropici (compattamento dovuto al transito di mezzi, presenza di tossicità), sia a fattori naturali (umidità, cambiamenti delle caratteristiche chimiche), anziché eseguire un'analisi puntuale per singola sostanza.

Le analisi biologiche forniscono un'informazione più completa rispetto alle analisi chimiche in quanto consentono di eseguire una valutazione integrata di tutte le variabili ambientali.

Il suolo deve essere inteso come una risorsa naturale di primaria importanza, la cui degradazione si ripercuote negativamente sull'ambiente coinvolto.

Per stabilire il livello di qualità attuale dei suoli oggetto di intervento, allo scopo di ripristino al momento della cessazione delle attività di cantiere, sono stati considerati i seguenti indicatori:

- contenuto in sostanze inquinanti o tossiche;
- funzionalità del suolo.

In tal modo sarà in seguito possibile valutare la criticità di eventuali situazioni non previste in corso d'opera. Saranno quindi confrontati i dati relativi alla fase di ante opera con quelli di post opera.

Ai fini della valutazione della funzionalità del suolo, verranno rilevati parametri sia di tipo fisico che chimico. In particolare:

- Parametri fisici:
 - profondità;
 - tipo e spessore degli orizzonti;
 - densità apparente;
 - capacità di ritenzione idrica.
- Parametri chimici:
 - metalli pesanti (arsenico, cadmio, cromo tot e cromo VI, rame, mercurio, nichel, piombo, zinco);
 - idrocarburi Policiclici Aromatici;
 - Idrocarburi pesanti (C>12)

I risultati ottenuti si identificano con gli obiettivi da perseguire in fase di ripristino delle aree oggetto di occupazione o modifica temporanea.

3.1.4 PUNTI DI MONITORAGGIO

La scelta dei punti di monitoraggio è stata effettuata considerando il cantiere base, cantieri operativi e le aree di stoccaggio con le superfici soggette a maggiori interventi e quindi sottoposte ad un rischio di alterazione maggiore, ponendo inoltre attenzione alle caratteristiche naturali delle aree interferite. Per ciascun punto di monitoraggio è definita l'estensione temporale del monitoraggio stesso in maniera differente in funzione degli usi previsti per l'area. Per quanto concerne il cantiere base prevedendo per tutta l'area un'attività di controllo ante operam, corso d'operam e di post operam mentre per i cantieri operativi e per l'area di stoccaggio si prevede la realizzazione di monitoraggio nelle sole fasi di ante operam e post operam. L'ubicazione dei punti di monitoraggio è stata scelta in funzione delle superfici maggiormente interessate dal transito/stazionamento dei mezzi durante la fasi di lavorazione per la realizzazione dell'opera.

Codice	Tipologia funzionale areale	P.K. SS 45 di riferimento	Tipo indagine	Note
SUO.01	Cantiere base	31+300	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera
SUO.02	Stoccaggio	32+000	Profilo o trivellata	Ambito a monte dell'opera
SUO.03	Cantiere operativo	32+400	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera
SUO.04	Cantiere operativo	33+000	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera
SUO.05	Cantiere operativo	34+150,50	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera
SUO.06	Cantiere operativo	34+490,50	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera
SUO.07	Cantiere operativo	34+700	Profilo o trivellata	Ambito a valle dell'opera

3.1.5 METODICHE DI MONITORAGGIO E TIPOLOGIE DI ANALISI

– Campioni disturbati

Le determinazioni analitiche sui campioni disturbati saranno effettuate secondo i metodi ufficiali di analisi dei suoli approvati con D.M. 13.09.99.

– Campioni indisturbati

I campioni saranno prelevati in senso orizzontale, con appositi cilindri d'acciaio. Saranno effettuate misure di densità apparente e di ritenzione idrica a diverse pressioni, secondo i metodi seguenti:

- densità apparente: determinazione del peso secco in stufa a 105 °C;
- contenuto idrico alla saturazione (in vasca di Stackman) -pF = 0;
- contenuto idrico alla capacità di campo (in vasca di Stackman) -pF = 2,0;
- contenuto idrico alla umidità equivalente (in piastra di Richards) -pF = 2,51;
- contenuto idrico a pF = 3 (in piastra di Richards);
- contenuto idrico al punto di appassimento (in piastra di Richards) -pF = 4,18.

Le procedure tecnico-analitiche di determinazione del contenuto idrico alle diverse pressioni, concordate con ARPAV, implicano tempi di esecuzione indicativi di circa 3-6 mesi dal momento del prelievo, per i campioni relativi ad ogni singola area di monitoraggio.

3.1.6 REPORTISTICA

Al termine delle singole campagne di monitoraggio si dovrà provvedere alla stesura di un Report di rilievo, un breve report che riporterà una sintesi dei risultati delle indagini eseguite a cui saranno allegati i Certificati delle analisi CHIMICO-FISICHE,

I risultati di ciascuna campagna di monitoraggio saranno inviati agli Enti competenti entro 30 gg dalla data di rilievo.

Qualora si individuino criticità e/o sforamenti di soglia, il monitoratore provvederà a segnalarle tempestivamente indicando le modalità di intervento, mitigazione e compensazione.

Alla conclusione di ciascuna delle fasi annuali di monitoraggio sarà redatta una Relazione Annuale di Monitoraggio.

In tale documento saranno riassunti i risultati e le valutazioni sviluppate per ogni parametro di monitoraggio, evidenziando le evoluzioni dell'ambiente acquatico e le eventuali criticità riscontrate.

Tale relazione sarà trasmessa agli Enti competenti entro il 31 dicembre di ogni annualità di monitoraggio.

3.2 AMBIENTE IDRICO

I tratti infrastrutturali interessati dagli interventi in progetto non interferiscono con corpi idrici superficiali di particolare rilevanza, trattandosi essenzialmente di scoli che, nel sopralluogo effettuato nel mese di luglio si sono rivelati tutti in asciutto, con la sola eccezione del corso alto del torrente Trebbia, che si intercetta nell'ambito del tratto compreso fra le progressive chilometriche 32+287,00 e 32+446,95. Essendo tale torrente dotato di una qualità chimico-fisica delle acque elevata, è bene tenere sotto controllo tale aspetto, soprattutto per le ripercussioni che possono percepirsi nel tratto più a valle.

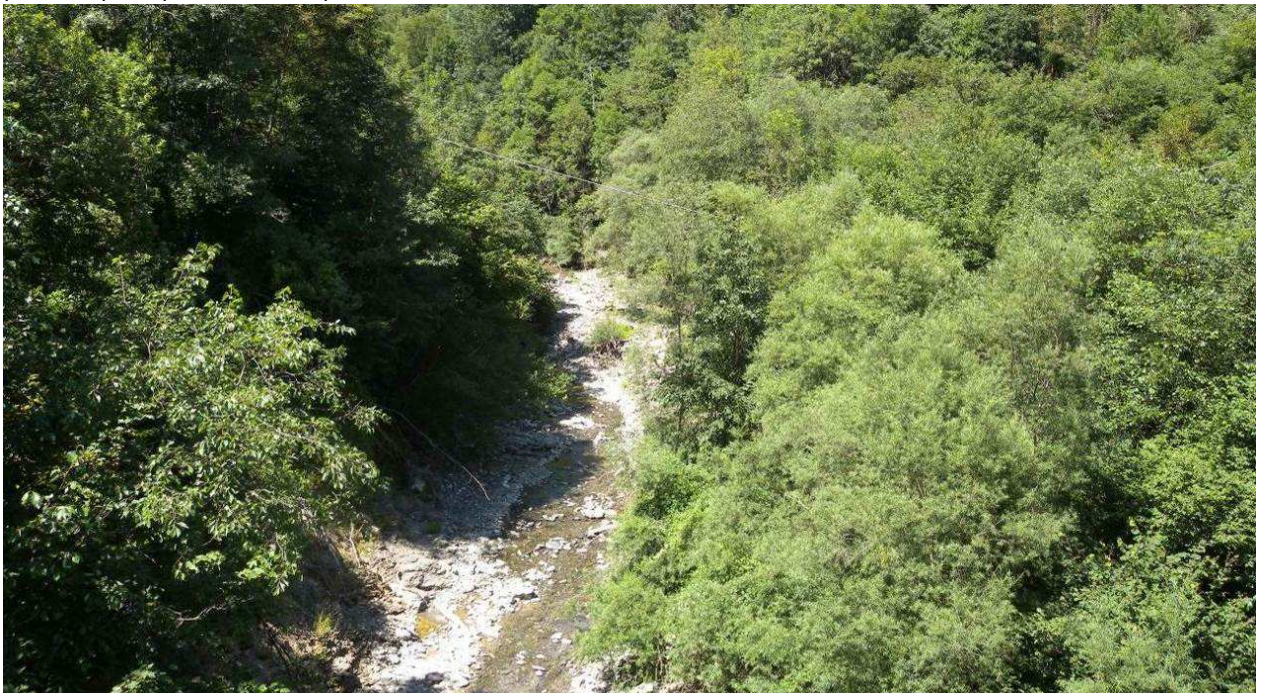


Foto dell'alto corso del torrente Trebbia nell'ambito del tratto d'intervento compreso fra le progressive chilometriche 32+287,00 e 32+446,95, ripresa dall'attuale ponte in prossimità dell'agglomerato di Ponte Trebbia.

Il piano di monitoraggio relativo alla qualità delle acque superficiali è stato redatto coerentemente con quanto previsto dalla Direttiva 2000/60/CE, dal D.Lgs. 152/2006 e dal D.M. 260/2010 e contempla le seguenti attività ed elaborazioni:

- Valutazione stato qualitativo in situ;
- Livello di inquinamento dai macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMECO);
- Indice multimetrico STAR di intercalibrazione (STAR_ICMI);
- Indice multimetrico di intercalibrazione (ICMI) per le diatomee.

3.2.1 STAZIONI DI MONITORAGGIO

Il corso d'acqua di maggiore importanza presente nell'area di indagine è il Fiume Trebbia intercettato dalle opere in progetto fra le progressive chilometriche 32+287,00 e 32+446,95.

Le due stazioni di monitoraggio sono state posizionate secondo i seguenti criteri:

- a monte dell'attraversamento (ACQSUP_01) ovvero nel tratto più prossimo all'area di intervento non coinvolto dalle azioni di progetto, in modo tale da potere disporre di un punto con funzione di "bianco sperimenta-

le”;

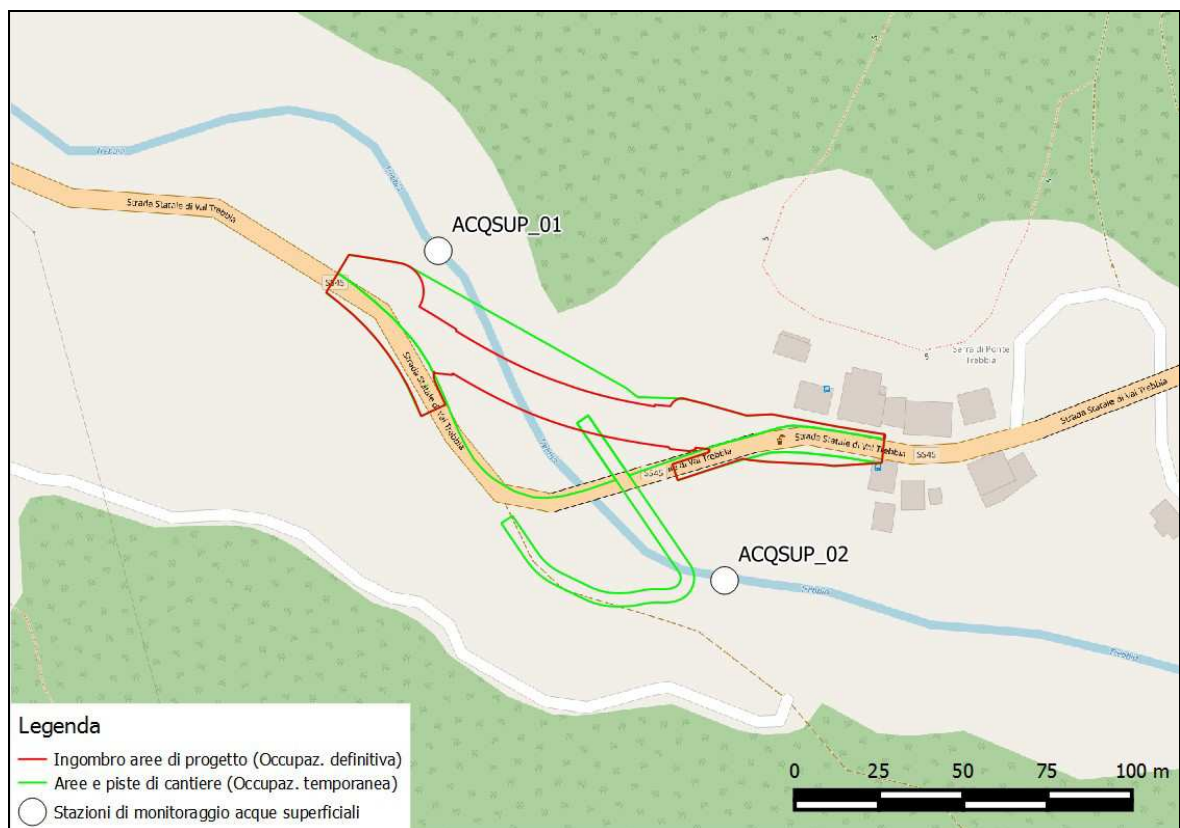
- a valle dell'attraversamento (ACQSUP_02) in modo tale da potere verificare le eventuali modifiche dello stato di qualità delle acque in relazione all'intervento.

Nella Tabella che segue sono descritti i punti d'indagine.

Tabella stazioni di monitoraggio delle acque superficiali

Codice	Località	Corpo idrico	Comune	Quota (~ m s.l.m.)
ACQSUP_01	Stazione a monte dell'attraversamento (Località Ponte Trebbia)	Fiume Trebbia	Torriglia	~ 758 m s.l.m.
ACQSUP_02	Stazione a valle dell'attraversamento (Località Ponte Trebbia)	Fiume Trebbia	Torriglia	~ 755 m s.l.m.

La posizione precisa delle stazioni potrà essere rivista in funzione dell'accessibilità in sicurezza dei siti di indagine ed in accordo con ARPAL, anche a seguito di sopralluogo congiunto. La localizzazione dei punti d'indagine, oltre che nella figura seguente, è riportata nella tavola dei punti di monitoraggio allegata al presente PMA.



Localizzazione delle stazioni di monitoraggio delle acque superficiali.

3.2.2 DURATA E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le fasi del monitoraggio saranno le seguenti:

- fase Ante Opera (AO) che avrà una durata indicativa di 6 mesi;
- fase di Corso d'Opera (CO) con una durata stimata di 48 mesi;
- fase di Post Opera (PO) che avrà una durata di 12 mesi.

Le frequenze del monitoraggio sono descritte per ogni tipo di indagine nella seguente tabella.

Tabella frequenze di monitoraggio delle diverse componenti

Indagine	Stazioni	n° repliche AO (6 mesi)	n° repliche CO (48 mesi)	n° repliche PO (12 mesi)	Periodo
Valutazione stato qualitativo in situ	ACQSUP_01 ACQSUP_02	2	12 (3 repliche /anno)	3	In diverse condizioni stagionali
Livello di inquinamento dai macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMECO)	ACQSUP_01 ACQSUP_02	2	12 (3 repliche /anno)	3	In diverse condizioni stagionali
Indice multimetrico STAR di intercalibrazione (STAR_ICMI)	ACQSUP_01 ACQSUP_02	2	12 (3 repliche /anno)	3	In diverse condizioni stagionali
Indice multimetrico di intercalibrazione (ICMI) per le diatomee	ACQSUP_01 ACQSUP_02	2	12 (3 repliche /anno)	3	In diverse condizioni stagionali

Le date previste per le indagini ed i nominativi dei tecnici/ditte incaricati verranno comunicati ad circa 10 giorni prima della loro effettuazione; in caso di mancata esecuzione dei prelievi programmati ne sarà data tempestiva comunicazione.

3.2.3 METODICHE DI MONITORAGGIO

Nelle seguenti pagine sono descritte le metodologie di monitoraggio e analisi che verranno effettuate.

3.2.3.1 Valutazione stato qualitativo in situ

L'indagine prevederà:

- l'individuazione definitiva del punto tramite GPS;
- il prelievo del campione;
- elaborazione file per caricamento dati output nel SIT di progetto, condotti in situ e/o forniti dai laboratori di analisi.

Tutti parametri verranno misurati in conformità alle normative attualmente in vigore.

I parametri chimico-fisici in situ che verranno misurati saranno i seguenti:

- Temperatura acqua (°C)
- pH;
- conducibilità elettrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$ 25°C);
- Ossigeno disciolto (mg/l);
- Potenziale Redox (mV).

Le misure di campo saranno rilevate mediante strumenti elettronici di precisione e di qualità.



Set di strumenti per il rilevamento in situ dei parametri chimico-fisici.

3.2.3.2 Calcolo del Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori per lo stato ecologico - L.I.M.eco

I parametri necessari per la classificazione dello stato ecologico sono:

- nutrienti (N-NH₄, N-NO₃, P totale);
- ossigeno disciolto (% di saturazione).

I campionamenti saranno eseguiti secondo protocollo con l'utilizzo di contenitori in polietilene o vetro per i nutrienti (N-NH₄, N-NO₃ e P). Le analisi chimiche dovranno essere sempre eseguite in laboratorio accreditato ACCREDIA UNI EN ISO 17025 almeno per i parametri azoto ammoniacale, azoto nitrico e fosforo totale.

I metodi per l'analisi dei parametri chimici dovranno essere conformi a quanto previsto dai Manuali e Linee Guida APAT/CNR-IRSA n. 29/2003 e successivi aggiornamenti.

Di seguito si riporta l'elenco dei parametri chimico-fisici che verranno indagati.

Tabella dei parametri chimico-fisici necessari per il calcolo del L.I.M.eco

<i>Parametro</i>	<i>Unità di misura</i>
Ossigeno disciolto	% saturazione
Azoto ammoniacale	mg/l di N-NH ₄ ⁺
Azoto nitrico	mg/l di N-NO ₃
Fosforo totale	P mg/l

Il Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori per lo stato ecologico (L.I.M.eco) si ricava dall'assegnazione di un punteggio correlato alla concentrazione nel sito in esame di N-NH₄, N-NO₃, P totale e ossigeno disciolto (100 - % di saturazione O₂). Il valore di L.I.M.eco si ottiene dalla media dei punteggi attribuiti ai singoli parametri in base alla concentrazione rilevata rispetto alle soglie di concentrazione indicate nella Tabella se-

guente.

Tabella delle soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri chimici e chimico-fisici ai fini del calcolo del L.I.M.eco (fonte: Tab. 4.1.2/a dell'All.1 al D.M. 260/2010)

		PUNTEGGIO				
		1	0,5	0,25	0,125	0
		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
PARAMETRO	100-O2% sat.	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
	N-NH4 (mg/l)	<0,03	<0,06	<0,12	<0,24	>0,24
	N-NO3 (mg/l)	<0,6	≤1,2	≤2,4	≤4,8	>4,8
	P tot (µg/l)	<50	≤100	≤200	≤400	>400

Il confronto del valore medio di L.I.M.eco ottenuto nel campionamento con i limiti riportati nella successiva Tabella permette di attribuire una classe di qualità al sito in indagine.

Classificazione di qualità secondo i valori di L.I.M.eco (fonte: Tab. 4.1.2/b dell'All.1 al D.M. 260/2010)

STATO DI QUALITÀ	L.I.M.eco
Elevato	≥0,66
Buono	≥0,50
Sufficiente	≥0,33
Scarso	≥0,17
Cattivo	<0,17

3.2.3.2 Indice multimetrico STAR di intercalibrazione (STAR_ICMi)

Il monitoraggio dei macroinvertebrati prevede l'applicazione del metodo Multihabitat Proporzionale (MHP) e il calcolo dell'indice STAR_ICMi secondo i metodi conformi alle richieste della 2000/60/EC. Per il metodo di campionamento e analisi si dovrà fare riferimento ai Manuali e Linee Guida ISPRA 111/2014 e 107/2014. Il metodo prevede un campionamento quantitativo di macroinvertebrati che avviene proporzionalmente alla percentuale dei diversi habitat presenti nel corpo idrico in esame.

L'indice multimetrico consente di definire una classe di qualità per gli organismi macrobentonici per la definizione dello Stato Ecologico. Lo STAR_ICMi è applicabile ai corsi d'acqua guadabili compresi quelli artificiali e fortemente modificati.

– Procedura di campionamento

La maggior parte delle popolazioni di invertebrati bentonici sono soggette a cicli vitali stagionali; pertanto, per poter correttamente definire la composizione tassonomica di un sito, le abbondanze degli individui e la diversità, le stagioni di campionamento devono essere chiaramente stabilite. In molti tipi fluviali italiani, le stagioni migliori per il campionamento sono: inverno (febbraio, inizio marzo), tarda primavera (maggio), tar-

da estate (settembre). La stagione di campionamento più adatta è soprattutto legata al tipo fluviale in esame.

In alcuni tipi fluviali il campione raccolto in diverse stagioni porta a risultati del tutto comparabili; in questi casi non è richiesta una particolare modulazione del campionamento nel corso dell'anno. Tuttavia, in ogni caso, è indispensabile procedere al campionamento in regime di magra e di morbida derivate da portate decrescenti. Va preferibilmente evitato il campionamento in una o più delle seguenti situazioni:

- durante o subito dopo eventi di piena (si consiglia di attendere almeno due settimane per consentire la completa ricolonizzazione dei substrati);
- durante o subito dopo periodi di secca estrema;
- impedimenti a causa di fattori ambientali nella stima dell'estensione relativa degli habitat (ad esempio in caso di elevata torbidità).

In quest'ultimo caso, se il campionamento viene effettuato egualmente, è possibile segnalare sulla Scheda Microhabitat che il campionamento è avvenuto in condizioni non ottimali per la corretta quantificazione della presenza dei diversi microhabitat.

- Analisi preliminare del sito, stima della composizione in microhabitat e allocazione degli incrementi di campionamento

Il sito campionato deve essere rappresentativo di un tratto più ampio del fiume in esame cioè, se possibile, dell'intero corpo idrico, come previsto dalla Direttiva 2000/60. La procedura di campionamento richiede un'analisi della struttura in habitat del sito.



Esempio di campionamento MHP (Fonte: Bioprogramm, 2018).

Dopo aver selezionato l'ideale sezione fluviale adatta alla raccolta del campione di invertebrati acquatici si compila la "scheda rilevamento microhabitat" che include i seguenti punti:

- identificazione dei mesohabitats;
- riconoscimento dei microhabitat presenti;
- valutazione della loro estensione relativa (percentuali);
- attribuzione del numero di incrementi per ciascun microhabitat.

Dopo la compilazione della scheda si procede alla stima delle percentuali di presenza nel sito dei singoli microhabitat e si definisce il numero di unità di campionamento (incrementi) da raccogliere in ciascun microhabitat.

Dal momento che il numero totale di incrementi da raccogliere nel campionamento operativo è 10, la percentuale di occorrenza dei singoli habitat viene registrata a intervalli del 10%. Ogni 10% corrisponde quindi ad un incremento.

Per definire le percentuali di occorrenza dei microhabitat, il substrato minerale e quello biotico devono essere considerati come un unico insieme. La somma di tutti gli habitat registrati (minerali e biotici) deve dare 100%.

All'interno del tratto fluviale esaminato, gli incrementi devono essere adeguatamente distribuiti tra centro alveo e rive, habitat lentici ed habitat lotici. Il numero di incrementi da effettuare in ciascun microhabitat è attribuito in relazione all'estensione relativa (percentuale) dei singoli microhabitat.

La Tabella seguente. L'origine riferimento non è stata trovata. fornisce una lista dei principali microhabitat, che include nove microhabitat minerali e otto biotici.

Lista dei principali microhabitat

<i>Microhabitat</i>	<i>Codice</i>	<i>Descrizione</i>
Limo/Argilla < 6 µ	ARG	Substrati limosi, anche con importante componente organica, e/o substrati argillosi composti da materiale di granulometria molto fine che rende le particelle che lo compongono adesive, compattando il sedimento che arriva talvolta a formare una superficie solida.
Sabbia 6 µ -2 mm	SAB	Sabbia fine e grossolana
Ghiaia 0,2-2 cm	GHI	Ghiaia e sabbia grossolana (con predominanza di ghiaia)
Microlithal (*) 2- 6 cm	MIC	Pietre piccole
Mesolithal (*) 6-20 cm	MES	Pietre di medie dimensioni
Macrolithal (*) 20-40 cm	MAC	Pietre grossolane della dimensione massima di un pallone da rugby
Megalithal (*) > 40 cm	MGL	Pietre di grosse dimensioni, massi, substrati rocciosi di cui viene campionata solo la superficie
Artificiale (e.g. cemento)	ART	Cemento e tutti i substrati immessi artificialmente nel fiume
Igropetrico	IGR	Sottile strato d'acqua su substrato solido generalmente ricoperto di muschi
Alghe	AL	Principalmente alghe filamentose; anche Diatomee o altre alghe in grado di formare spessi feltri periferici
Macrofite sommerse	SO.	Macrofite acquatiche sommerse. Sono da includere nella categoria anche muschi, Characeae, etc
Macrofite emergenti	EM	Macrofite emergenti radicate in alveo (e.g. Thypha, Carex, Phragmites)
Parti vive di piante terrestri	TP	Radici fluitanti di vegetazione riparia (e.g. radici di ontani)
Xylal (legno)	XY	Materiale legnoso grossolano e.g. rami, legno morto, radici (diametro almeno pari a

Microhabitat	Codice	Descrizione
		10 cm)
CPOM	CP	Deposito di materiale organico particellato grossolano (foglie, rametti)
FPOM	FP	Deposito di materiale organico particellato fine
Film batterici	BA	Funghi e sapropel (e.g. Sphaerotilus, Leptomitus), solfobatteri (e.g. Beggiatoa, Thiothrix)

(*) le dimensioni indicate si riferiscono all'asse intermedio.

– Il campionamento

Il campionamento deve essere iniziato dal punto più a valle dell'area oggetto d'indagine, pro-seguendo verso monte, in modo da non disturbare gli habitat prima del campionamento.

La superficie totale di campionamento è funzione dell'idroecoregione (HER) di appartenenza. La sotto riportata evidenza la corrispondenza tra idroecoregioni, codici e aree geografiche e la superficie totale di campionamento e l'area fluviale in cui effettuare preferenzialmente il campionamento.



Cod_HER	Idro-Ecoregione	Tot superficie campionamento (m ²)	Riffle/Pool/Generico
1	Alpi Occidentali	1	Riffle/G
2	Prealpi_Dolomiti	1	Riffle/G
3	Alpi Centro-Orientali	1	Riffle/G
4	Alpi Meridionali	1	Riffle/G
5	Monferrato	0.5	G
6	Pianura Padana	0.5	G
7	Carso	1	G
8	Appennino Piemontese	1	Pool/G
9	Alpi Mediterranee	1	Riffle/G
10	Appennino Settentrionale	1	Pool/G
11	Toscana	0.5	Pool
12	Costa Adriatica	0.5	Pool/G
13	Appennino Centrale	0.5	Pool/G
14	Roma_Viterbese	0.5	Pool/G
15	Basso Lazio	0.5	Pool
14	Vesuvio	0.5	Pool/G
16	Basilicata_Tavoliere	0.5	Pool
17	Puglia_Gargano	0.5	Pool
18	Appennino Meridionale	0.5	Pool/G
19	Calabria_Nebrodi	0.5	Pool/G
20	Sicilia	0.5	Pool
21	Sardegna	0.5	Pool

Nella figura a sinistra, la rappresentazione delle idroecoregioni (HER) italiane con relativo codice e confini regionali. Nella tabella a destra le medesime idroecoregioni italiane con indicazione della superficie totale di campionamento e area fluviale in cui effettuare preferenzialmente il campionamento. G indica che il campionamento prescinde dal riconoscimento della sequenza riffle/pool e che l'allocazione delle repliche viene effettuata in modo proporzionale in un generico tratto rappresentativo del fiume.

Lo strumento da utilizzare è, a seconda dei casi, un retino immanicato o un retino tipo Surber con la rimozione del substrato con le mani (protette ovviamente da guanti di sicurezza). Il retino viene posizionato controcorrente e mantenuto ben aderente al fondo.

– Identificazione e conteggio

Il livello di identificazione tassonomica minimo richiesto per il monitoraggio di tipo operativo è, come previsto dal protocollo metodologico, della Famiglia. Gli individui raccolti con la rete sono trasferiti in vaschette e quindi si procede allo smistamento e alla stima delle abbondanze dei diversi taxa; il campione viene smistato in toto sul campo.

Per la maggior parte dei taxa, è possibile effettuare la stima finale dell'abbondanza direttamente in campo, mentre per alcuni organismi, quelli che richiedono controlli o approfondimenti tassonomici, si procede con un'ulteriore verifica in laboratorio.

– Conservazione del campione ed etichettatura

Tutto il materiale raccolto è stoccato in soluzione alcolica al 70% con aggiunta di glicerina e trasportato in laboratorio. Sull'etichetta del campione sono riportati i seguenti riferimenti: data di campionamento, stazione, nome del fiume, area di campionamento e numero di incrementi a cui il campione corrisponde.

– Parametri di supporto

Per una caratterizzazione di maggior dettaglio della stazione, si misurano direttamente sul campo anche i valori relativi ad ossigeno disciolto e in saturazione, temperatura dell'acqua e potenziale redox, anche se non specificatamente previsto dalla metodica, in quanto parametri fortemente condizionanti la distribuzione e la composizione delle comunità macrobentoniche.

– Calcolo dell'indice STAR_ICMi

Lo Star_ICMi (STAR Intercalibration Common Metric Index) utilizzato nel metodo MacrOper è un indice multimetrico composto da sei metriche opportunamente normalizzate e ponderate (Buffagni e Erba, 2007; Buffagni et al., 2008). Tali metriche includono i principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare. Le sei metriche sono: ASPT, Log₁₀(sel_EPTD+1), 1-GOLD, Numero di Famiglie di EPT, Numero totale di Famiglie e indice di diversità di Shannon-Weiner come riportata nella tabella che segue.

Tabella delle Metriche che compongono lo STAR_ICMi e peso loro attribuito nel calcolo.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log ₁₀ (Sel_EPTD +1)	Log ₁₀ (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

Alcune delle metriche componenti necessitano, per poter essere calcolate correttamente, di dati relativi all'abbondanza delle singole famiglie di organismi bentonici.

Il calcolo dell'indice STAR_ICMi prevede 4 passaggi successivi elencati nel seguito:

1. calcolo dei valori grezzi delle sei metriche che compongono lo STAR_ICMi;
2. conversione dei valori di ciascuna metrica in RQE, dividendo il valore osservato (i.e. ottenuto per il campione in esame) per il valore mediano relativo ai campioni di riferimento propri del tipo fluviale analizzato;
3. calcolo della media ponderata dei valori di RQE delle sei metriche secondo i pesi forniti nella tabella precedente;
4. normalizzazione del valore così ottenuto, effettuata dividendo il valore del campione in esame per il valore proprio dell'indice STAR_ICMi nelle condizioni di riferimento.

Per quanto riguarda il passaggio 2, la conversione della metrica ASPT in RQE deve essere effettuata sottraendo preventivamente il valore 2 al valore grezzo della metrica stessa.

Si è infatti osservato che tale metrica generalmente non raggiunge un valore inferiore a 2. Qualora si dovesse ottenere un valore di ASPT inferiore a 2, per il campione corrispondente dovrà essere utilizzato un valore RQE pari a 0. Nella Tabella sotto riportata sono indicati i limiti di classe per i diversi macrotipi fluviali. L'attribuzione ad una delle cinque classi di qualità per un sito in esame è da effettuarsi, ai fini della classificazione, sulla base del valore medio stagionale.

Tabella dei limiti di classe fra gli stati per i diversi macrotipi fluviali (Tab. 4.1.1/b del DM 260/2010)

Macrotipo fluviale	limiti di classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
A1	0,97	0,73	0,49	0,24
A2	0,95	0,71	0,48	0,24
C	0,96	0,72	0,48	0,24
M1	0,97	0,72	0,48	0,24
M2-M3-M4	0,94	0,70	0,47	0,24
M5	0,97	0,73	0,49	0,24

I valori riportati nella Tabella precedente corrispondono al valore più basso della classe superiore. I tipi fluviali sono aggregati in 8 gruppi (macrotipi) come indicati alla Tab. 4.1/a del DM 260/2010, di seguito riportata.

Tabella dei macrotipi fluviali per i macroinvertebrati (Tab. 4.1/a del DM 260/2010)

Area geografica	Macrotipi fluviali	Descrizione sommaria	Idroecoregioni
alpino	A1	Calcareo	1,2,3,4 (Alpi)
	A2	Siliceo	
Centrale	C	Tutti i tipi delle idroecoregioni ricadenti nell'area geografica centrale	1,2,3,4,5 aree collinari o di pianura
			6 Pianura Padana a nord del fiume Po
Mediterraneo	M1	Fiumi molto piccoli e piccoli	8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21 fiumi perenni.
	M2	Fiumi medi e grandi di pianura	
	M3	Fiumi di pianura molto grandi	6 fiumi perenni della Pianura Padana a sud del fiume Po
	M4	Fiumi medi di montagna	
	M5	Corsi d'acqua temporanei	8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21 fiumi temporanei.
			6 fiumi temporanei della Pianura Padana a

Area geografica	Macrotipi fluviali	Descrizione sommaria	Idrocoregioni
			sud del fiume Po

Per il calcolo dell' indice STAR_ICMi verrà eseguito mediante il Software MacrOper.ICM ver. 1.0.5.

3.2.3.3 Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi)

Le diatomee sono alghe unicellulari che costituiscono parte del feltro perfitico che riveste massi e ciottoli (diatomee epilittiche), piante acquatiche (diatomee epifittiche) e sedimento (diatomee epipelliche) dei corsi d'acqua. Sono caratterizzate da un'elevata biodiversità ed occupano un largo spettro di nicchie ecologiche. Le comunità di diatomee reagiscono rapidamente ai cambiamenti della qualità dell'acqua: sono pertanto ottimi bioindicatori, a fianco delle altre comunità acquatiche, come quella dei macroinvertebrati e dei pesci, che integrano però la qualità ambientale su un periodo più lungo (Stevenson & Pan 1999).

Gli studi sulla bioindicazione hanno ricevuto grande stimolo dall'emanazione della Direttiva 2000/60/EC (WFD), che ribadisce l'importanza di un approccio integrato alla caratterizzazione, valutazione e monitoraggio degli ecosistemi fluviali. Essa prevede infatti di classificare i corsi d'acqua secondo livelli di integrità biologica, utilizzando metodologie che facciano riferimento a diversi comparti ambientali (macroinvertebrati bentonici, fauna ittica, flora acquatica - macrofite e fitobentos) e non più solamente alla comunità dei macroinvertebrati, come previsto dal D. Lgs. 152/99 e successive modifiche.

Nell'ambito della definizione delle metriche da utilizzare per la valutazione dello Stato ecologico basato sull'analisi della comunità diatomica per la WFD, l'Italia non ha proposto una metrica nazionale, e ha recepito la metrica utilizzata nei processi di intercalibrazione, la Intercalibration Common Metric Index - ICMi (Mancini & Sollazzo 2009).

Il "Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua" descritto nel Manuale IR-SA_CNR n. 111/2014 descrive in dettaglio le procedure di campionamento e di preparazione del campione per la successiva osservazione in laboratorio.

In sintesi, il campionamento delle diatomee bentoniche si può effettuare in tutte le stagioni sebbene la maggiore diversità di specie si riscontra nei periodi maggio-giugno e settembre-ottobre. La stazione di campionamento viene posizionata nel tratto fluviale dove sono presenti habitat e sub-strati idonei; si esegue la raccolta del materiale procedendo lungo il corso d'acqua da valle a monte per un tratto di lunghezza pari ad almeno 10 m. Per raccolta del campione si deve dare la preferenza ai substrati naturali mobili, come ciottoli e massi, anche se, in mancanza di tale tipologia di substrato, il campione può essere raccolto sui seguenti substrati: superfici artificiali in situ (manufatti), vegetazione acquatica (macrofite emergenti o sommerse) e substrati artificiali. Il campionamento delle diatomee prevede la raccolta di almeno 5 ciottoli in diversi punti della stazione; la superficie totale campionata deve essere di almeno 100 cm². La superficie dei ciottoli viene raschiata con uno spazzolino e sciacquata; il campione viene poi trasferito in un contenitore ermetico.

I campioni che verranno raccolti con la procedura sopra descritta verranno conservati con etanolo al 70% fino alla preparazione dei vetrini. L'allestimento dei vetrini in laboratorio prevede il trattamento dei campioni delle diatomee con perossido di idrogeno 30% fino a completa ossidazione della sostanza organica e con acido cloridrico 1 M per la dissoluzione del carbonato di calcio; il montaggio dei frustuli puliti in vetrini permanenti avviene utilizzando la resina sintetica Naphrax® (indice di rifrazione 1.7) (EN 13946 2003; ISPRA 2014).

La determinazione tassonomica sarà effettuata fino al livello di specie con osservazione al microscopio ottico con

contrasto interferenziale Olympus BX51 a 1000 ingrandimenti, l'utilizzo di foto-camera digitale Leica DFC420C e software di analisi dell'immagine Leica IM 1000 ver.1.20 e l'impiego di chiavi dicotomiche (Bey & Ector, 2013; Ector et al., 2015; Falasco et al., 2013; Kram-mer & Lange Bertalot 1991-2000; Krammer 1997a, 1997b; Krammer 2002; Krammer 2003; Lange Bertalot 2001; Laslandes et al., 2013; Hofmann et al., 2011).

La valutazione dell'abbondanza relativa delle specie avverrà attraverso il conteggio di almeno 400 valve, secondo procedure standardizzate (EN 14407 2004; ISPRA 2014).

La determinazione della metrica ICMi viene effettuata mediando i valori di RQE derivati dagli indici IPS e TI. Gli operatori del circuito agenziale utilizzano per il calcolo dell'ICMi un software appositamente creato da ISPRA, attualmente accessibile tramite autorizzazione, che include un elenco di specie aggiornato rispetto all'elenco pubblicato da Mancini & Sollazzo (2009). Gli stessi indici possono comunque essere determinati anche con il software Omnidia, utilizzato anche dalle stesse Agenzie per l'Ambiente per la determinazione delle metriche.

Per il calcolo dell'indice ICMi vengono inseriti i valori di abbondanza relativa ottenuti dal conteggio nel software OMNIDIA 5.3 database 2009 (Lecointe et al. 1993) per mezzo del quale viene creato un archivio di dati e di immagini acquisite.

– Calcolo dell'indice ICMi

L'ICMi è un indice multimetrico basato sull'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS (CEMAGREF, 1982) e sull'Indice Trofico TI (Rott et al., 1999).

Entrambi gli indici prevedono l'identificazione a livello di specie, ad ognuna delle quali viene attribuito un valore di sensibilità (affinità/tolleranza) all'inquinamento e un valore di affidabilità come indicatore.

L'indice IPS5 viene calcolato con la formula di Zelinka e Marvan (1961):

$$IPS_5 = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \cdot I_j \cdot S_j}{\sum_{j=1}^n a_j \cdot I_j}$$

Dove:

a_j = abbondanza della specie j

I_j = affidabilità come bioindicatore della specie j

S_j = indice di sensibilità della specie j.

I valori di "S" variano da 5 (per una specie molto sensibile) a 1 (per una specie tollerante). I valori di affidabilità come indicatore "I" variano da 1 (indicatore sufficiente) a 3 (indicatore ottimo). I valori dei coefficienti delle singole specie sono riportati in Appendice "Lista floristica delle diatomee italiane" del Rapporto ISTISAN 09/19.

L'indice IPS5 deve successivamente essere convertito in classe 20 applicando la seguente formula:

$$TI = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \cdot G_j \cdot TW_j}{\sum_{j=1}^n a_j \cdot G_j}$$

Dove:

a_j = abbondanza della specie j;

G_j = affidabilità come bioindicatore della specie j;

TW_j = indice di sensibilità della specie j.

I valori di "TW" variano da 1 (per una specie sensibile) a 4 (per una specie tollerante) con il crescere della tolleranza delle specie al carico di nutrienti, i valori di "G" come indicatore di affidabilità della specie variano da 1 (indicatore sufficiente) a 5 (indicatore ottimo). I valori dei coefficienti delle singole specie sono riportati in Appendice "Lista floristica delle diatomee italiane" del Rapporto ISTISAN 09/19.

Una volta calcolati i valori dei due indici IPS e TI, questi vengono confrontati con i rispettivi valori trovati in siti incontaminati (condizioni di riferimento), secondo le seguenti formule:

$$RQE_IPS = \frac{\text{Valore_osservato}}{\text{Valore_riferimento}}$$

$$RQE_TI = \frac{(4 - \text{Valore_osservato})}{(4 - \text{Valore_riferimento})}$$

Il valore dell'indice ICMi è dato dalla media aritmetica degli RQE dei due indici IPS e TI:

$$ICMi = \frac{(RQE_IPS + RQE_TI)}{2}$$

– Condizioni di riferimento

Nella Tabella che segue vengono riportati i valori di riferimento degli indici IPS e TI per i diversi macrotipi fluviali (Buffagni et al. 2008) da utilizzare per il calcolo dei rispettivi RQE.

Tabella valori di riferimento degli indici IPS e TI per i macrotipi fluviali (Fonte: Tabella 4.1.1/d del D.M. 260/10)

Macrotipo fluviale	Valori di riferimento	
	IPS	TI
A1	18,4	1,7
A2	19,6	1,2
C	16,7	2,4
M1	17,15	1,2
M2	14,8	2,8
M3	16,8	2,8
M4	17,8	1,7
M5	16,9	2,0

Ai fini della determinazione dello stato ecologico espresso come il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), il valore RQE_ICMi calcolato viene confrontato con i valori di RQE relativi ai limiti di classe dell'ICMi distinti nei macrotipi fluviali riportati nella Tabella .

Tabella limiti di classe fra gli stati per i diversi macrotipi fluviali (Fonte: Tabella 4.1.1/c del D.M. 260/10*)

Macrotipo fluviale	LIMITI DI CLASSI			
	elevato/buono	Buono/suffici.	suffici./scarso	Scarso/cattivo
A1	0,87	0,70	0,60	0,30
A2	0,85	0,64	0,54	0,27

C	0,84	0,65	0,55	0,26
M1-M2-M3-M4	0,80	0,61	0,51	0,25
M5	0,88	0,65	0,55	0,26

*I valori riportati nella tabella 4.1.1/c del D.M. 260/10 corrispondono al valore più basso della classe superiore.

3.2.4 REPORTISTICA

Al termine delle singole campagne di monitoraggio si dovrà provvedere alla stesura di un Report di rilievo, un breve report che riporterà una sintesi dei risultati delle indagini eseguite a a cui saranno allegati i seguenti certificati:

- Certificati di analisi CHIMICO-FISICHE,
- Certificati di analisi della comunità dei MACROINVERTEBRATI BENTONICI,
- Certificati di analisi delle DIATOMEE,

I risultati di ciascuna campagna di monitoraggio saranno inviati agli Enti competenti entro 30 gg dalla data di rilievo.

Qualora si individuino criticità e/o sforamenti di soglia, il monitoratore provvederà a segnalarle tempestivamente indicando le modalità di intervento, mitigazione e compensazione.

Alla conclusione di ciascuna delle fasi annuali di monitoraggio sarà redatta una Relazione Annuale di Monitoraggio.

In tale documento saranno riassunti i risultati e le valutazioni sviluppate per ogni parametro di monitoraggio, evidenziando le evoluzioni dell'ambiente acquatico e le eventuali criticità riscontrate.

Tale relazione sarà trasmessa agli Enti competenti entro il 31 dicembre di ogni annualità di monitoraggio.

3.3 BIODIVERSITÀ

Il progetto di monitoraggio si propone quale strumento di conoscenza dello stato attuale delle formazioni vegetazionali e delle comunità faunistiche presenti nella zona circostante l'area di intervento, mediante la verifica degli attuali livelli di naturalità, diversità e di abbondanza specifica, e si prefigge di essere strumento operativo di supporto, in termini di prevenzione e controllo delle cause di degrado della biodiversità vegetale e faunistica, nel rispetto delle vigenti disposizioni normative comunitarie, nazionali e regionali.

Il piano di monitoraggio relativamente alla biodiversità è articolato secondo le seguenti attività di monitoraggio ed elaborazioni:

- Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico;
- Monitoraggio degli anfibi;
- Censimento avifauna nidificante.

3.3.1 STAZIONI DI MONITORAGGIO

La stazione di monitoraggio della componente "Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico" (HAB_01) è rappresentata in Figura A e corrisponde ad un buffer di indagine di circa 50 m dalle aree e piste di cantiere.

Le due stazioni di monitoraggio delle componenti "Monitoraggio degli anfibi" e "Censimento avi-fauna nidificante e rappresentate" riportate nelle figure riportate nel testo e negli allegati al presente PMA sono state posizionate tenendo conto dei corridoi ecologici della rete regionale relativi alle specie legate agli ambienti acquatici e agli am-

bienti boschivi.

Le stazioni sono così individuate:

- la stazione FAU_01 è localizzata in corrispondenza del Lotto 1 e dell'attraversamento dell'importante corridoio ecologico per le specie acquatiche rappresentato dal Fiume Trebbia;
- la stazione FAU_02 è localizzata in corrispondenza del tratto terminale dell'intervento più esteso dove il tracciato intercetta, oltre ad alcuni corridoi ecologici per le specie acquatiche, un corridoio ecologico per specie di ambienti boschivi che collega due importanti Core Area che corrispondono ai siti Natura 2000 ZSC IT1331019 "Lago Brugneto" e ZSC IT1331811 "M. Caucaso"

Per l'indagine "Monitoraggio degli anfibi" all'interno delle due aree sopra descritte (FAU_01 e FAU_02) in sede operativa si dovranno monitorare 1 o più transetti di almeno 200 m in grado di coprire gli ambienti di maggior interesse per le specie anfibie. Per quanto riguarda l'indagine "Censimento avifauna nidificante e rappresentate" si dovranno individuare almeno 3 punti di ascolto per ciascuna stazione, diversificando gli ambienti di indagine. Nella Tabella che segue sono descritte le stazioni di indagine.

Stazioni di monitoraggio Biodiversità

Codice	Indagine	Località	Comune
HAB_01	R.05.02.02 - Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico	Buffer di 50 m dalle aree e piste di cantiere	Torriglia- Montebruno
HAB_02	R.05.02.02 - Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico	Buffer di 50 m dalle aree e piste di cantiere	Torriglia- Montebruno
FAU_01.01	R.05.03.001.e - Monitoraggio degli anfibi	Serra di Ponte Trebbia	Torriglia
FAU_01.02	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Serra di Ponte Trebbia	Torriglia
FAU_01.03	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Serra di Ponte Trebbia	Torriglia
FAU_01.04	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Serra di Ponte Trebbia	Torriglia
FAU_02.01	R.05.03.001.e - Monitoraggio degli anfibi	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	Torriglia- Montebruno
FAU_02.02	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	Torriglia- Montebruno
FAU_02.03	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	Torriglia- Montebruno
FAU_02.04	R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	Torriglia- Montebruno

Nelle figure che seguono sono indicate le localizzazioni delle stazioni di indagine, riportate anche nelle tavole di collocazione delle stazioni di monitoraggio allegato al presente PMA.

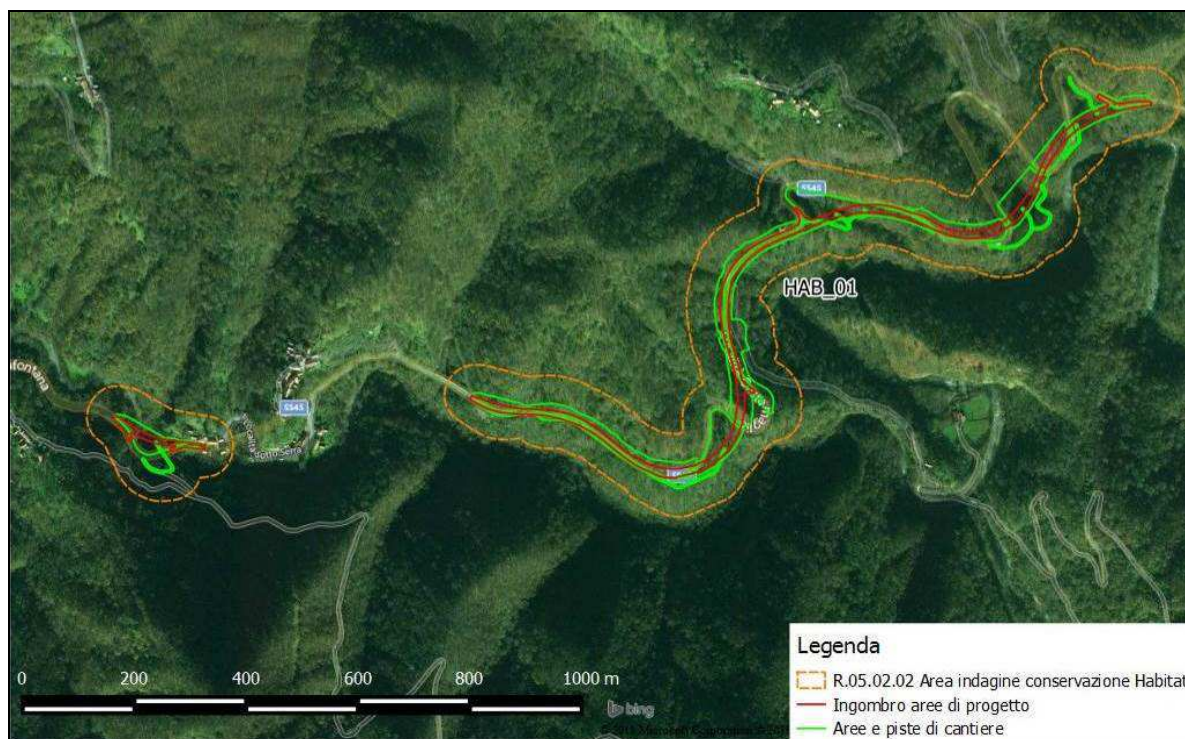


Figura A. Area di indagine (HAB_01) Analisi qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico

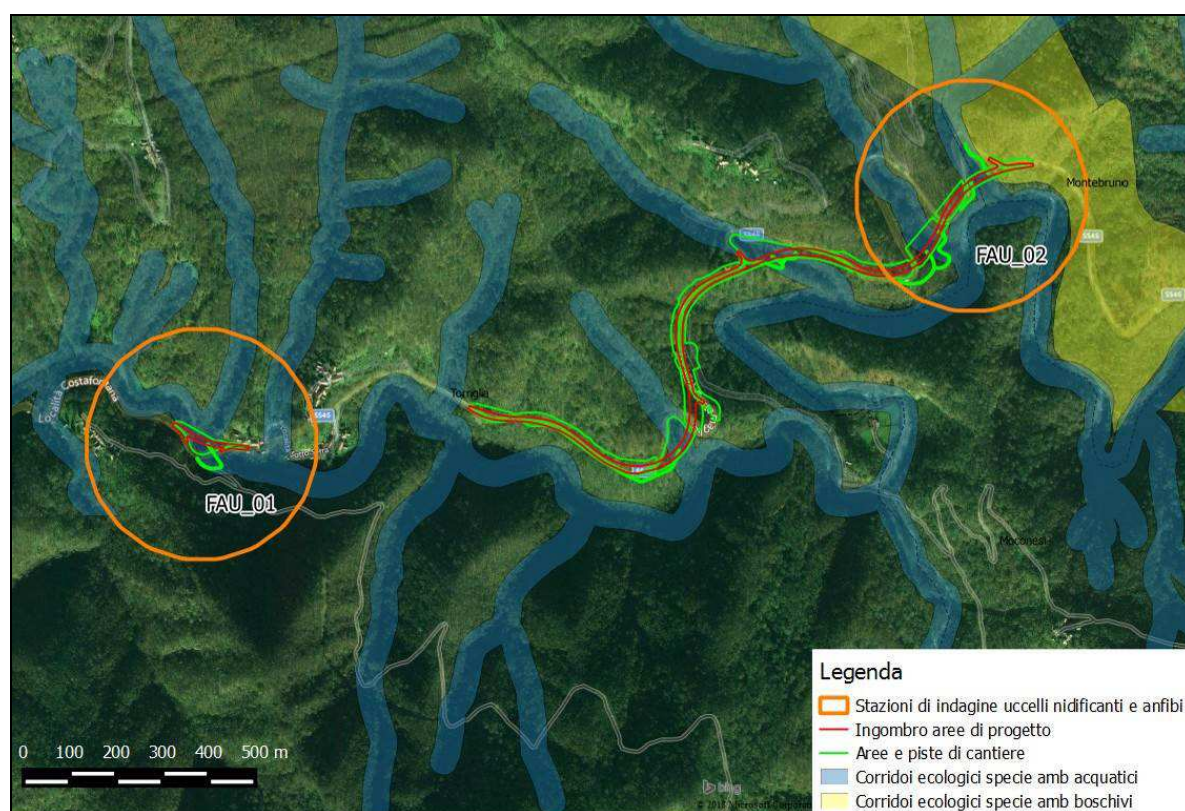


Figura B. Stazioni di indagine (FAU_01 e FAU_02) Analisi R.05.03.001.e - Monitoraggio degli anfibi e R.05.03.005 - Censimento avifauna nidificante.

3.3.2 DURATA E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le fasi del monitoraggio saranno le seguenti:

- fase Ante Operam (AO) che avrà una durata indicativa di 6 mesi;
- fase di Corso d'Opera (CO) con una durata stimata di 48 mesi;
- fase di Post Operam (PO) che avrà una durata di 12 mesi.

Le frequenze del monitoraggio sono descritte per ogni tipo di indagine nella seguente tabella.

Frequenze di monitoraggio delle diverse componenti

Indagine	Stazioni	n° Repliche AO (6 Mesi)	n° Repliche CO (48 Mesi)	n° Repliche PO (12 Mesi)	Periodo
Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico	1	1	4 (1 replica/anno)	1	tra Maggio e Luglio
Monitoraggio degli anfibi	2	2	8 (2 repliche/anno)	2	tra Marzo e Giugno
Censimento avifauna nidificante	6	1	4 (1 repliche/anno)	1	Tra Aprile, e Luglio

Le date previste per le indagini ed i nominativi dei tecnici/ditte incaricati verranno comunicati agli Enti competenti circa 10 giorni prima della loro effettuazione; in caso di mancata esecuzione dei prelievi programmati ne sarà data tempestiva comunicazione.

3.3.3 METODICHE DI MONITORAGGIO

3.3.3.1 Qualità e grado di conservazione di habitat di interesse naturalistico

L'indagine prevede l'esecuzione dei rilievi vegetazionali di tipo speditivo all'interno del buffer di indagine individuato nella sopra riportata figura A. L'origine riferimento non è stata trovata. Allo scopo di descrivere le caratteristiche, la qualità ed il grado di conservazione degli habitat di interesse intercettati dalle aree di progetto.

Il rilievo interesserà quindi tutte le superfici naturaliformi contermini alle aree di cantiere, dovrà essere eseguito da un tecnico di comprovata esperienza in ambito fitosociologico e vegetazionale e dovrà consentire di rilevare le tendenze negative e/o delle variazioni indotte dalla realizzazione dell'opera mediante l'uso di indicatori specifici:

- valore di naturalità potenziale per gli habitat
- indice di naturalità vegetazionale inteso come verifica della distanza tra la vegetazione rilevata e quella teorica della condizione di climax
- indice della qualità vegetazionale tramite utilizzo di parametri sintetici (ad esempio comunità riferibili a comunità di interesse comunitario) e analitici (presenza specie in Direttiva Habitat, grado di presenza di specie sinantropico ruderali, etc.)

Nel tratto di attraversamento del Torrente Trebbia si dovrà procedere al rilievo dell'Indice di Funzionalità Fluviale – IFF, secondo protocollo aggiornato (APAT 2007) per un tratto che comprenda, oltre alla zona di cantiere, anche un buffer di 100 a monte e 100 m a valle dello stesso.

3.3.3.2 Monitoraggio degli anfibi

Il monitoraggio degli anfibi dovrà avvenire secondo un approccio metodologico di "Visual Encounter Surveys (VES)",

secondo quanto proposto in Heyer et al., (1994), comunemente utilizzato per indagini sull'erpetofauna e particolarmente efficace in merito alle tipologie ambientali lungo i corsi d'acqua.

Questo approccio appare preferibile rispetto altri metodi di ricerca standardizzata (utilizzo di itinerari-campione, selezione di siti-campione, ricerca per tempi definiti, ecc.), poiché questi ultimi possono essere meno efficaci nel rilevare tutte le specie presenti in un territorio.

Gli Anfibi dovranno essere cercati in modo diverso per le diverse specie, ponendo particolare attenzione agli ambienti e alle condizioni più idonee per ciascuna di esse. Ad es. per gli Urodeli, dovranno essere cercati principalmente adulti in attività riproduttiva, larve e uova negli ambienti acquatici potenziali, sia a vista sia mediante campionatura con retino. Per gli Anuri, dovranno essere cercati adulti in attività riproduttiva, larve e uova negli ambienti acquatici potenziali, ma anche adulti in attività alimentare in ambiente terrestre in condizioni meteorologiche favorevoli e neometamorfosati nel periodo di dispersione; gli animali potranno essere contattati a vista o mediante campionatura con retino o ancora mediante rilevamento acustico delle vocalizzazioni.

Per ogni contatto, dovranno essere rilevati:

- la specie;
- il numero di individui;
- lo stadio di sviluppo (uovo, larva, neometamorfosato, adulto)
- la tipologia ambientale.

Per la diagnosi delle specie, si dovrà fare riferimento alle principali guide disponibili per la fauna italiana ed europea (Arnold & Burton, 1978; Lanza, 1983).

Per il complesso ibridogenetico delle Rane verdi (*Pelophylax sinkl. esculentus*), si dovrà seguire la convenzione comunemente in uso negli studi faunistici, considerandolo corrispondente ad un'unica specie.

Per la cattura in acqua, dovrà essere utilizzato un retino per campionamento nella colonna d'acqua e un retino per dragaggio su fondo.

I siti riproduttivi delle diverse specie di Anfibi dovranno essere individuati sulla base della presenza di uova, larve, adulti in amplexo in acqua, oppure giovani neometamorfosati in acqua o nelle immediate vicinanze e appositamente cartografati sulla mappa e georiferiti attraverso GPS. Nel corso dei monitoraggi degli anfibi dovranno essere rilevati anche tutti i contatti con specie di rettili.

3.3.3.3 Censimento avifauna nidificante

Per ognuna delle stazioni di indagine saranno effettuati dei campionamenti puntiformi ripetuti per le 4 campagne di rilevamento diurne ed almeno in una occasione anche in periodo notturno mediante tecnica di fonostimolazione ed ascolto per la verifica della presenza degli strigiformi; le uscite verranno distribuite nel periodo compreso fra la seconda metà di aprile e luglio. Le uscite diurne saranno realizzate nelle prime ore del mattino sino alle ore 10.00 circa; l'uscita notturna sarà effettuata ovviamente dopo il tramonto.

I campionamenti puntiformi diurni prevedono che l'osservatore, fermo in un punto prestabilito (in base agli obiettivi dell'indagine o secondo criteri statistici più generali) per un determinato lasso di tempo, registri tutti gli uccelli osservati e sentiti entro uno spazio prefissato, evitando per quanto possibile doppi conteggi (Reynolds et al., 1980; Bibby et al., 2000).

La durata del rilevamento in ogni punto viene fissata in 8 minuti, poiché è stato dimostrato che in questo lasso di tempo viene registrato circa il 70% degli uccelli presenti (Massa et al., 1987), mentre una maggior durata del tem-

po di campionamento comporta il rischio di contare più volte gli stessi individui (Bibby et al., 2000). La distanza minima fra due campionamenti puntiformi sarà di circa 500 m, sempre allo scopo di evitare doppi conteggi (Bibby et al., 2000).

Nelle scheda da campo predisposta per la raccolta dei dati, sono state registrate le seguenti informazioni:

- AREA DI INDAGINE
- Stazione PUNTIFORME
- Specie contattata
- Tipo di contatto (Codice di nidificazione secondo l'atlante nazionale degli uccelli nidificanti)
- DISTANZA dell'individuo osservato
- N° INDIVIDUI contattati

Tutti i dati raccolti saranno informatizzati in un foglio elettronico, utilizzando il programma "MS Ex-cel".

Per lo studio della struttura delle comunità ornitiche saranno calcolati i seguenti indici:

1. ricchezza (S), intesa come numero di specie contattate;
2. diversità (Hs), per il calcolo di questo parametro si è preferito utilizzare l'indice di diversità di Shannon e Wiener (Krebs, 1999):

$$Hs = - \sum [(ni/N) * \ln (ni/N)]$$

dove: ni = n° individui della specie iesima

N = n° totale individui

3. dominanza, ricavata dall'abbondanza relativa (pi), ossia il rapporto tra il numero di individui di ciascuna specie e il numero totale di individui dell'intera comunità, con le seguenti categorie di dominanza (Turcek, 1956; Oelke, 1980):
 - $pi > 0,05$ = specie dominante
 - $0,02 > pi \geq 0,01$ = specie influente
 - $0,05 \geq pi \geq 0,02$ = specie subdominante
 - $pi < 0,01$ = specie recedente

Verrà infine riportato il numero di specie dominanti per area di indagine.

4. equiripartizione (J), per studiare la distribuzione degli individui tra le specie; si è utilizzato l'indice di Pielou (1966):

$$J = Hs / \ln S$$

dove: S = numero di specie

Hs = indice di Shannon-Wiener

5. rapporto tra il numero di specie di non Passeriformi e di Passeriformi. L'attribuzione delle specie o degli individui al relativo gruppo tassonomico consente di caratterizzare una comunità secondo il modello dell'Odum (1969), potendo così inserire in molti casi l'ambiente studiato all'interno di uno specifico stadio successionale (Farina, 1987).

3.3.4 REPORTISTICA

Al termine delle singole campagne di monitoraggio si dovrà provvedere alla stesura di un Report di rilievo, un bre-

ve report che riporterà una sintesi dei risultati delle indagini eseguite a cui saranno allegati i seguenti certificati:

- Certificati di analisi CONSERVAZIONE HABITAT;
- Certificati di analisi ANFIBI;
- Certificati di analisi UCCELLI NIDIFICANTI.

I risultati di ciascuna campagna di monitoraggio saranno trasmessi agli enti competenti entro 30 gg. dal rilievo. Qualora si individuino criticità il monitoratore provvederà a segnalarle tempestivamente, indicando le modalità di intervento, mitigazione e compensazione.

Alla conclusione di ciascuna delle fasi annuali di monitoraggio sarà redatta una Relazione annuale di monitoraggio. In tale documento saranno riassunti i risultati e le valutazioni sviluppate per ogni parametro di monitoraggio, evidenziando le evoluzioni delle componenti indagate e le eventuali criticità riscontrate. Tale relazione sarà trasmessa agli Enti competenti entro il 31 dicembre di ogni annualità di monitoraggio

3.4 VEGETAZIONE

Come già segnalato in relazione alla componente suolo, l'importanza degli scassi da effettuare per la realizzazione degli interventi, rendono necessario poterne verificare gli effetti sulla componente floro-vegetazionale esistente. Il monitoraggio ha lo scopo di poter leggere e controllare, in modo puntuale, la dinamica vegetazionale e gli eventuali cambiamenti nella struttura e nella composizione, soprattutto nelle zone che saranno soggette alle interferenze dirette del cantiere.

La procedura di monitoraggio ha lo scopo di poter disporre di un inquadramento territoriale di facile lettura e di monitorare, in modo puntuale, la dinamica vegetazionale e gli eventuali cambiamenti nella struttura e nella composizione, soprattutto in quelle zone che nel corso d'opera saranno soggette alle interferenze dirette.

Lo studio dell'ambito tematico della vegetazione è finalizzato ai seguenti principali obiettivi:

- caratterizzare dal punto di vista floro-vegetazionale i ricettori critici dai lavori durante la fase Ante Opera;
- monitorare l'evoluzione della componente vegetale durante le fasi progettuali in corso d'opera e in fase Post Opera;
- mettere in atto misure di mitigazione e salvaguardia qualora si verificassero danni imputabili ai lavori.

3.4.1 STAZIONI DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio ambientale prevede il controllo attraverso analisi geobotaniche sui ricettori di maggior criticità e sensibilità presenti lungo il tracciato, individuati nei corsi d'acqua e in quelli maggiormente interferiti dall'esecuzione dei lavori.

Non essendo presenti particolari siti di interesse naturalistico o di tutela, sono quindi stabilite n. 4 stazioni di rilevazione consistenti in transetti sezionali collocati in corrispondenza di aree in cui l'opera infrastrutturale interferisce con degli scoli che defluiscono al fondovalle del Trebbia. Tali stazioni sono identificate nella cartografia di monitoraggio allegata al presente PMA.

3.4.2 DURATA E FREQUENZA DEL MONITORAGGIO

Le fasi di esecuzione del monitoraggio avranno la seguente articolazione:

- esecuzione di n. 1 campagna in Ante Opera su ciascun transetto individuato all'interno delle 4 stazioni;
- n. 8 rilevazioni in totale nella fase di Corso d'Opera su ciascuna transetto all'interno della stazione, in modo da valutare con frequenza semestrale la sopravvivenza delle biocenosi;

- esecuzione di n. 1 campagna in Post Opera su ciascun transetto individuato all'interno delle 4 stazioni;

3.4.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEL MONITORAGGIO

3.4.3.1 *Transetti sezionali*

Per ogn'uno dei sopradetti scoli saranno scelti due tratti, uno a monte e uno a valle del tracciato infrastrutturale, di lunghezza pari a 50 m e non interferiti direttamente dall'opera. In questi tratti saranno effettuate a scadenza semestrale le analisi di controllo.

I settori dello studio geobotanico inseriti quali elementi analitici funzionali alle attività di controllo sono i seguenti:

- flora (elenco floristico completo)
- cartografia della vegetazione reale
- rilievi fitosociologici
- definizione del pregio naturalistico.

Saranno dunque effettuati transetti semplificati a monte e a valle del tracciato. Il transetto è uno strumento efficace per la descrizione della vegetazione e permette, lungo una linea di cui sono noti il punto iniziale e finale, di rilevare le variazioni cenotiche. Per ogni transetto sarà elaborato un documento grafico che raffigura la sequenza spaziale della vegetazione tra una sponda e l'altra

Lo scopo dei transetti è quello di fornire una rappresentazione della zonazione. Con questo tipo di indagine viene fornito un quadro che riproduca i diversi modelli di variabilità spaziale della vegetazione caratterizzante le sponde dei corsi d'acqua. La disposizione delle diverse fitocenosi in uno spazio limitato, connessa alla variazione dei fattori ambientali, costituisce un elemento fondamentale per lo studio dinamico della vegetazione e per una valutazione puntuale delle variazioni. Per ogni transetto viene riprodotta una rappresentazione grafica in scala della zonazione vegetazionale presente lungo il segmento d'analisi. I transetti hanno un orientamento definito dalla sezione perpendicolare al corso d'acqua.

➤ Flora

L'analisi floristica prevede una ricognizione dettagliata della fascia d'interesse, corrispondente ai due tratti d'analisi per ciascun corso di acqua, con ripetuti sopralluoghi nel corso della stagione vegetativa. Lo scopo è quello di produrre elenchi floristici di dettaglio per ogni tratto con segnalazione delle entità di maggior rilievo dal punto di vista naturalistico, in modo da attivare un controllo continuo per quelle specie considerate critiche e maggiormente sensibili.

➤ Cartografia della vegetazione reale

La cartografia vegetazionale su base fitosociologica viene redatta, in fase Ante Opera, ad una scala di dettaglio. L'attività cartografica richiede un'impegnativa indagine di campo con ripetute uscite e campionamenti diretti della vegetazione, l'analisi dei dati, la determinazione dei tipi vegetazionali, la definizione delle serie di vegetazione e l'individuazione della dinamica successionale. Nelle fasi successive all'Ante Opera sarà effettuato un controllo sulle interferenze e sui cambiamenti prodotti con aggiornamento della carta vegetazionale in modo da valutare le eventuali variazioni dovute alle attività in atto.

➤ Rilievi fitosociologici

L'attività di campionamento con l'esecuzione di rilievi fitosociologici è propedeutica alla redazione della cartografia vegetazionale. I rilievi vengono eseguiti in aree di vegetazione strutturalmente e floristicamente omogenei e rap-

presentativi delle diverse comunità presenti nei tratti monitorati.

Nel rilievo vengono indicati, oltre ai dati stazionali, l'elenco completo delle specie presenti suddivise secondo la struttura verticale della cenosi. Ad ogni specie viene quindi attribuito un valore numerico che esprime la copertura che essa determina all'interno dello strato considerato, utilizzando una scala convenzionale di sette valori:

5 = specie con copertura dal 75 al 100%

4 = specie con copertura dal 50 al 75%

3 = specie con copertura dal 25 al 50%

2 = specie con copertura dal 5 al 25%

1 = specie con copertura dall' 1 al 5%

+ = specie con copertura inferiore all'1%

r = specie molto rare, con copertura trascurabile, data da individui isolati.

Le diverse comunità rilevate saranno interpretate dal punto di vista sintassonomico.

3.4.3.2 Definizione del pregio naturalistico

La redazione di questo documento è consequenziale alle attività precedenti. I valori floristico-vegetazionali riscontrati vengono gerarchizzati. È un procedimento di attribuzione di indici numerici (analitici e sintetici) di valore naturalistico che vengono assegnati ai diversi caratteri presi in esame. A ciascuna tipologia vegetazionale viene associato un valore numerico sulla base dei diversi criteri valutativi considerati.

Nella fase di corso d'opera sulla base dei dati aggiornati si procederà alla rivalutazione dei dati di qualità.

3.5 RUMORE

Il monitoraggio della componente rumore è organizzato, in maniera tale da consentire:

- una corretta caratterizzazione del clima acustico, sia nella fase ante opera, sia durante la fase di esercizio, per tutta la fascia di territorio potenzialmente soggetta ad impatto acustico;
- un controllo delle modifiche al clima acustico che possono riscontrarsi in corso d'opera nelle situazioni ove la durata degli eventi, l'intensità o particolari condizioni locali lo rendono necessario;
- una verifica relativa al corretto dimensionamento degli eventuali interventi di abbattimento del rumore previsti dal progetto.

3.5.1 STAZIONI DI MONITORAGGIO ACUSTICO

3.5.1.1 Criteri generali

Per il tracciato di progetto, l'interazione con la componente rumore, riguarda l'analisi degli impatti nei tratti che interferiscono maggiormente con l'ambiente circostante.

La scelta delle aree da sottoporre a monitoraggio ambientale della componente rumore è determinata da una serie di condizioni relative a fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acustica sia per la fa-

se di Corso d'Opera che per quella di Post Opera.

In particolare, la criticità ambientale è il risultato della convergenza di numerose condizioni connesse con i processi di emissione, di propagazione e di immissione del rumore. Tali condizioni sono, rispettivamente:

- presenza e natura di sorgenti di rumore attive, attuali e future (emissione);
- proprietà fisiche del territorio: andamento orografico e copertura vegetale laddove esistente (propagazione);
- tipologia del corpo della nuova infrastruttura (propagazione);
- ubicazione e tipo di ricettori (immissione).

La definizione dei punti di misura è stata effettuata anche in relazione alle valutazioni deducibili dallo Studio Acustico e in particolare dai risultati delle simulazioni del rumore in esso contenute.

3.5.1.2 Localizzazione dei punti di misura

Si evidenzia che, nell'area interferita dalla realizzazione degli interventi previsti dal progetto, non si riscontra generalmente la presenza di recettori sensibili che potrebbero essere oggetto dei potenziali impatti generati dalle opere, sia in fase di costruzione che di esercizio.

Generalmente infatti, gli edifici presenti risultano in gran parte disabitati, con l'eccezione dell'agglomerato insediativo di Ponte Trebbia, adiacente all'intervento posto fra le chilometriche 32+287,00 e 32+446,95 e quindi già ora sottoposto alla pressione esercitata dal passaggio veicolare sulla sede stradale esistente.



Ortofoto (Google Maps) dell'ambito d'intervento (cerchio colore rosso) in località Ponte Trebbia, chilometriche 32+287,00 e 32+446,95.



Foto dell'agglomerato in località Ponte Trebbia, ripreso dalla sede stradale della SS 45 in corrispondenza del tratto in cui sarà allestito il cantiere per la realizzazione dell'intervento fra le progressive chilometriche 32+287,00 e 32+446,95.

Qui, dunque, oltre che durante la fase di cantiere, il livello emissivo in fase di esercizio – seppure si presume non molto diverso dall'attuale - potrebbe comportare l'adozione di misure mitigative a protezione delle abitazioni esistenti.

Il presente PMA, quindi, prevede un'unica stazione di misura, da collocarsi in tale località e l'esatta ubicazione è riportata negli allegati grafici al presente documento.

3.5.2 METODOLOGIA DI ESECUZIONE DEL MONITORAGGIO

I rilievi verranno eseguiti nel rispetto delle norme tecniche riportate nell'allegato B del Decreto del 16/03/98 recante le "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

I dati e le informazioni ottenuti nel corso dei rilevamenti in campo sono raccolti e organizzati in schede di riepilogo, che saranno redatte una per ciascun punto di misurazione. Le schede verranno compilate e firmate da tecnici competenti, la cui figura professionale è definita dall'art. 2 comma 6 della Legge Quadro n. 447 del 26.10.95. Essi cureranno anche le operazioni previste per gli accertamenti in campo nonché l'elaborazione, analisi ed interpretazione dei risultati. Durante le attività che verranno svolte nell'ambito del monitoraggio ambientale, al fine di garantire uno svolgimento omogeneo dei rilevamenti in campo e la ripetibilità delle misurazioni nella fase Post Opera, sono previsti quattro livelli di unificazione, relativi in particolare a:

- metodologie di monitoraggio
- strumentazione utilizzata nei rilevamenti
- metodo per la caratterizzazione dei siti e delle sorgenti
- informazioni da inserire nella banca dati.

L'unificazione delle metodologie di monitoraggio e della strumentazione utilizzata per le misurazioni permette la confrontabilità dei rilevamenti svolti in tempi diversi (ante-operam e post-operam) anche da operatori diversi. L'unificazione del metodo per caratterizzare i siti e le sorgenti consente una corretta interpretazione dell'insieme dei fenomeni acustici monitorati e, in particolare, la verifica delle condizioni al contorno sui livelli di rumore (attenuazione del suolo per fonoassorbimento, fenomeni diffrattivi dovuti ad ostacoli, rumorosità residua prodotta da tutte le sorgenti diverse da quella considerata, riflessioni multiple sulle facciate degli edifici, ecc.), oltre alla caratterizzazione fisica degli elementi che influiscono sull'emissione sonora (disposizione planimetrica ed altimetrica delle sorgenti di rumore, ecc.). L'unificazione delle informazioni e dei dati ottenuti è tale da consentire una modalità di archiviazione in grado di fornire al fruitore della banca dati un percorso di consultazione standardizzato e ripetitivo, al fine di un facile reperimento delle informazioni e dati medesimi. Per ciascuna indagine effettuata, sarà necessario rendere disponibili almeno le seguenti informazioni:

- caratterizzazione fisica del territorio appartenente all'area d'indagine
- caratteristiche di qualità acustica desunte da eventuali studi pregressi
- caratterizzazione delle sorgenti sonore (impianti produttivi, strade, ferrovie, ecc.)
- schede di campagna di misurazione di tipo descrittivo
- registrazione delle grandezze/parametri acustici e non, misurati nei punti individuati
- basi cartografiche con localizzazione dei punti di misura
- documentazione fotografica degli stessi.

3.5.2.1 Misure fonometriche nella Fase Ante Opera

Hanno lo scopo fondamentale di definire quantitativamente in maniera testimoniale l'attuale situazione acustica delle aree da sottoporre a MA prima dell'apertura dei cantieri di costruzione. La grandezza acustica primaria oggetto dei rilevamenti è il livello continuo equivalente ponderato A integrato su un periodo temporale pari ad un'ora, ottenendo la grandezza LAeq(1h) per tutto l'arco della giornata (24 ore). I valori di LAeq(1h) sono successivamente composti sui due periodi di riferimento allo scopo di ottenere i Livelli diurno (06-22) e notturno (22-06). Allo scopo di ottenere ulteriori informazioni sulle caratteristiche della situazione acustica delle aree oggetto del MA, vengono determinati anche i valori su base oraria dei livelli statistici cumulativi L5, L10, L50, L90, L95 e dei Livelli massimi e minimi. È possibile, quindi, ottenere indicazioni su come si distribuiscono statisticamente nel tempo i livelli di rumorosità ambientale. Al fine di migliorare il dettaglio dell'informazione appare utile acquisire anche degli short Leq su base temporale di 5 minuti.

3.5.2.2 Misure fonometriche nella fase Corso d'Opera

Hanno lo scopo fondamentale di testimoniare in maniera quantitativa l'evolversi, durante la costruzione della nuova infrastruttura, della situazione acustica ambientale dei ricettori maggiormente esposti a rischio d'inquinamento acustico. Esse avverranno su un arco temporale totale pari a circa cinque anni che rappresenta la durata prevista per la completa realizzazione della nuova infrastruttura. La metodologia adottata, in relazione alle grandezze acustiche da misurare e alla modalità di campionamento, è del tutto simile a quella descritta nel precedente capitolo in relazione alle indagini fonometriche nella fase Ante Opera.

3.5.2.3 Misure fonometriche nella fase Post Opera

Hanno fondamentalmente un duplice scopo:

- caratterizzare in maniera quantitativa la situazione acustica ambientale che s'instaurerà ad opera realizzata,

in funzione del flusso veicolare in transito;

- verificare il corretto dimensionamento degli interventi di abbattimento del rumore definiti dal progetto.

Per correlare il livello di pressione sonora al flusso veicolare è necessario rilevare anche il numero di passaggi suddivisi per veicoli leggeri e pesanti. La metodologia adottata per i rilevamenti fono-metrici è del tutto identica a quella descritta nella fase Ante Opera.

3.5.2.4 Programma delle misurazioni

I rilievi fonometrici saranno eseguiti per ciascuna fase secondo quanto di seguito indicato:

- nr. 1 uno in fase Ante Opera
- nr. 1 per ogni trimestre della durata corrispondente alla fase di Corso d'Opera
- nr. 1 in fase Post Opera presso il recettore individuato e identificato come il più esposto al di-sturbo acustico prodotto dal cantiere e dall'esercizio dell'infrastruttura, al fine di verificare il rispetto dei limiti imposti dalla normativa L.447/95 e ss.mm.ii. e DPCM 97 e ss.mm.ii..

Nello specifico, le misurazioni saranno eseguite come segue:

NUMERO DI STAZIONI RILIEVO	1 presso recettore più esposto
DURATA RILIEVO	24 h
FREQUENZA RILIEVO	1 Ante Opera; 16 Corso d'Opera; 1 Post Opera
MISURA ANTE OPERAM	da effettuare prima dell'inizio dei lavori
MISURA CORSO D'OPERA	da effettuare durante la fase di cantiere
MISURA POST OPERA	da effettuare a strada collaudata e aperta all'esercizio in condizioni di normale percorribilità

3.5.3 LIMITI NORMATIVI

I valori misurati dovranno essere confrontati direttamente con i livelli normativi di riferimento. Attualmente la tipologia di strada è C – Extraurbana di scorrimento, sottotipo ai fini acustici (norme CNR 1980 e direttive PUT) di tipo Cb. La sezione stradale dei tratti interessati dall'intervento in progetto sarà adeguata alla categoria C2. Per le strade di categoria Cb e C2 sono previsti i seguenti limiti:

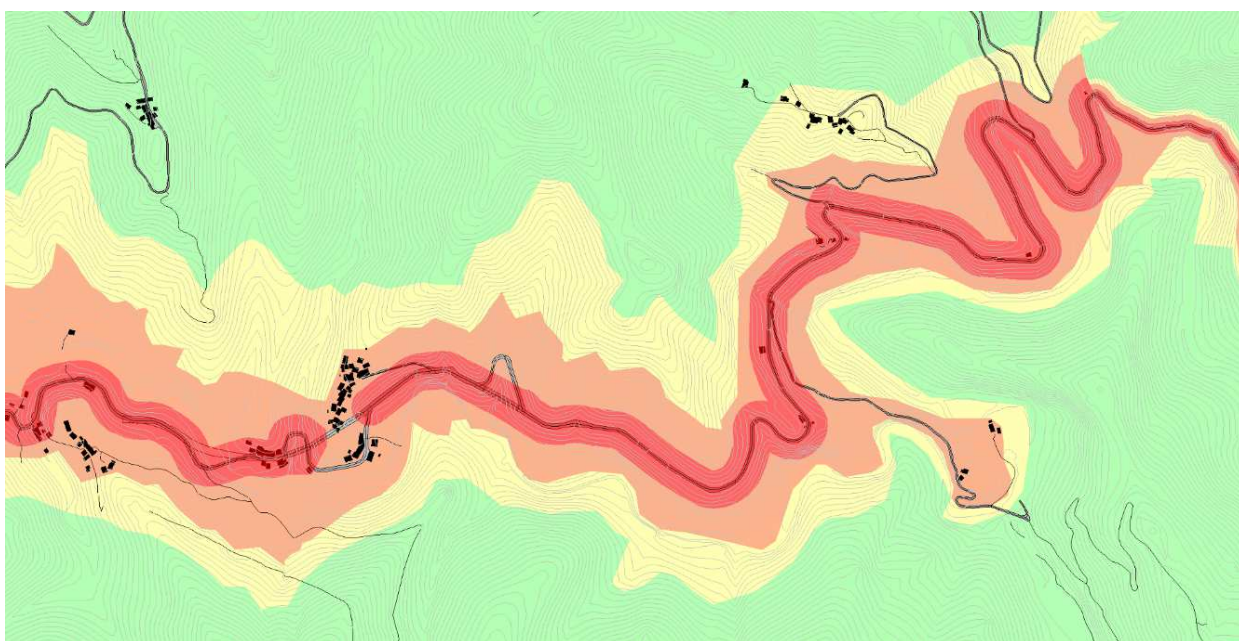
Tabella valori limite assoluti di immissione per strade di nuova realizzazione – Tab. 1, D.P.R. 142/04

Tipo di strada	Sottotipi ai fini acustici (D.M. 5.11.2001)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - extraurbana di scorrimento	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			

Tabella valori limite assoluti di immissione per strade esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti) –
 Tab. 2, D.P.R. 142/04

Tipo di strada	Sottotipi ai fini acustici (norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A - autostrada		100	50	40	70	60
		150			65	55
B - extraurbana principale		100	50	40	70	60
		150			65	55
C - extraurbana di scorrimento	Ca	100	50	40	70	60
		150			65	55
	Cb	100	50	40	70	60
		50			65	55
D - urbana di scorrimento	Da	100	50	40	70	60
	Db	100			65	55
E - urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30				

Inoltre, tutti i comuni sul cui territorio corre il tratto di SS 45 interessato dal progetto sono provvisti di P.C.C.A. (Piano Comunale di Classificazione Acustica).



Rappresentazione della zonizzazione acustica estratta dai PCCA dei comuni di Torriglia e Montebruno.

Presso i ricettori scelti esternamente alle fasce di pertinenza verranno applicati i limiti previsti dal P.C.C.A., mentre per i ricettori interni alla fascia di pertinenza stradale, verranno applicati i relativi limiti previsti dal D.P.R. 142/04.

3.5.4 DEFINIZIONE DEL CAMPO D'INCERTEZZA DELLA MISURA

Per determinare l'incertezza della misura, si utilizzerà il metodo di calcolo dell'incertezza estesa. Tale metodo si ricava moltiplicando l'incertezza tipo composta per un fattore di copertura k, ossia:

$$U(y) = k * u(y)$$

Il valore del fattore k deve essere individuato tra quelli pertinenti alla variabile t_p di Student. La scelta del valore di t_p , è in funzione del livello di fiducia (probabilità), che nel caso di rilievi acustici ambientali è del 95%. Nel caso specifico di Distribuzione rettangolare simmetrica per un livello di fiducia del 95%, il fattore di copertura è pari a 1,65 (k).

La regola di decisione per decidere sulla conformità di un valore sarà accettazione stretta + rifiuto allargato. Tale regola di decisione che combina accettazione stretta e rifiuto allargato, motivandola con la considerazione che la valutazione di conformità è finalizzata ad accertare il "rispetto" dei valori limite; in questo caso si vuole essere certi (con il livello di fiducia prefissato) dell'attuazione di adeguate azioni a tutela di chi potrebbe subire gli effetti indesiderati del mancato rispetto dei valori limite;

Scelta la regola decisionale, nel confronto tra un valore limite superiore TU, considerato esatto, ed un valore misurato y accompagnato dalla relativa incertezza estesa U, si possono verificare i casi seguenti (confronto monolaterale con TU):

- Conformità accertata (al livello di fiducia considerato 95%): la somma del valore misurato e della relativa incertezza estesa è minore o uguale del valore limite superiore.
- Non conformità accertata (al livello di fiducia considerato 95%): la differenza tra il valore misurato e la relativa incertezza estesa è maggiore del valore limite superiore.
- Non conformità presunta (al livello di fiducia considerato 95%): l'intervallo definito dal valore misurato più o meno l'incertezza estesa include il valore limite superiore.

Nel caso (c) si dovrebbe dichiarare la probabilità, dipendente dalla forma funzionale della distribuzione, che il risultato sia maggiore del valore limite superiore. In tal caso si può valutare, ove possibile e praticabile, di ridurre l'incertezza di misura in modo da rientrare nel caso (a) o nel caso (b).

3.6 RIEPILOGO DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Di seguito si riporta una tabella di sintesi dei punti di monitoraggio.

Componente ambientale	Codice	Tipologia funzionale areale	P.K. SS 45 di riferimento	Fase	Durata	N° Repliche
Suolo e sottosuolo	SUO.01	Cantiere base	31+300	Ante Opera	6 mesi	1
				Corso d'Opera	48 mesi	4
				Post Opera	12 mesi	1
	SUO.02	Stoccaggio Cantiere operativo	32+000	Ante Opera	6 mesi	1
				Post Opera	12 mesi	1
	SUO.03	Cantiere ope-	32+400	Ante Opera	6 mesi	1

		rativo		Post Opera	12 mesi	1
	SUO.04	Cantiere operativo	33+000	Ante Opera	6 mesi	1
				Post Opera	12 mesi	1
	SUO.05	Cantiere operativo	34+150,50	Ante Opera	6 mesi	1
				Post Opera	12 mesi	1
	SUO.06	Cantiere operativo	34+490,50	Ante Opera	6 mesi	1
				Post Opera	12 mesi	1
SUO.07	Cantiere operativo	34+700	Ante Opera	6 mesi	1	
			Post Opera	12 mesi	1	
Ambiente idrico	ACQSUP_01	Fiume Trebbia	Stazione a monte dell'attraversamento (Località Ponte Trebbia)	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	48 mesi	12
				Post Opera	12 mesi	3
	ACQSUP_02	Fiume Trebbia	Stazione a valle dell'attraversamento (Località Ponte Trebbia)	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	48 mesi	12
				Post Opera	12 mesi	3
Biodiversità	HAB_01	Buffer di 50 m dalle aree e piste di cantiere	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 32+445 al Km 32+619	Ante Opera	6 mesi	1
				Corso d'Opera	48 mesi	4
				Post Opera	12 mesi	1
	HAB_02	Buffer di 50 m dalle aree e piste di cantiere	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 33+090.50 al Km 34+819.41	Ante Opera	6 mesi	1
				Corso d'Opera	48 mesi	4
				Post Opera	12 mesi	1
	FAU_01.01	Serra di Ponte Trebbia	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 32+445 al Km 32+619	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	48 mesi	8
				Post Opera	12 mesi	2
	FAU_01.02	Serra di Ponte Trebbia	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 32+445 al Km 32+619	Ante Opera	6 mesi	1
				Corso d'Opera	48 mesi	4
				Post Opera	12 mesi	1
	FAU_01.03	Serra di Ponte Trebbia	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 32+445 al Km 32+619	Ante Opera	6 mesi	1
				Corso d'Opera	48 mesi	4
Post Opera				12 mesi	1	
FAU_01.04	Serra di Ponte Trebbia	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 32+445 al Km 32+619	Ante Opera	6 mesi	1	
			Corso d'Opera	48 mesi	4	
			Post Opera	12 mesi	1	

	FAU_02.01	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 33+090.50 al Km 34+819.41	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	48 mesi	8
				Post Opera	12 mesi	2
	FAU_02.02	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 33+090.50 al Km 34+819.41	Ante Opera	6 mesi	1
				Corso d'Opera	48 mesi	4
				Post Opera	12 mesi	1
	FAU_02.03	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 33+090.50 al Km 34+819.41	Ante Opera	6 mesi	1
				Corso d'Opera	48 mesi	4
				Post Opera	12 mesi	1
	FAU_02.04	Fine tratta di cantiere lato Montebruno	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 33+090.50 al Km 34+819.41	Ante Opera	6 mesi	1
				Corso d'Opera	48 mesi	4
				Post Opera	12 mesi	1
Vegetazione	VE_01	Cantiere operativo	In corrispondenza del km 33+600 a monte e a valle	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	6 mesi	16
				Post Opera	6 mesi	2
	VE_02	Cantiere operativo	In corrispondenza del km 34+400 a monte e a valle	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	6 mesi	16
				Post Opera	6 mesi	2
	VE_03	Cantiere operativo	In corrispondenza del km 34+700 a monte e a valle	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	6 mesi	16
				Post Opera	6 mesi	2
	VE_04	Cantiere operativo	In corrispondenza del km 35+300 a monte e a valle	Ante Opera	6 mesi	2
				Corso d'Opera	6 mesi	16
				Post Opera	6 mesi	2
Rumore	RU_01	In corrispondenza del tratto in progetto tra i km 32+445 al Km 32+619	Serra di Ponte Trebbia	Ante Opera	6 mesi	1
				Corso d'Opera	48 mesi	16
				Post Opera	12 mesi	1

3.7 REPORTISTICA

Al termine delle singole campagne di monitoraggio si provvederà alla stesura del Report di Monito-raggio Acustico, costituito da un documento che riporterà:

- una sintesi della valutazione dell'impatto atteso stimato in fase di progetto o di valutazione ambientale;
- l'elenco e la caratterizzazione delle misure di mitigazione e delle prescrizioni previste;
- la georeferenziazione in scala adeguata dei punti di misura;
- i dati registrati nell'Ante Opera;

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

3.8 AZIONI DA SVOLGERE IN CASO DI IMPATTI NEGATIVI IMPREVISTI

Nel caso in cui il piano di monitoraggio fornisca impatti negativi, si procederà in quest'ordine:

- comunicazione dei dati, delle segnalazioni e delle valutazioni all'Ente di controllo ed all'autorità competente;
- attivazione tempestiva delle azioni mitigative aggiuntive (mirate a rimuovere la criticità rilevata). Tali azioni verranno concordate con la PA;
- nuova valutazione degli impatti dell'opera a seguito delle evidenze riscontrate in fase di monitoraggio da concordare con la PA.

4 BIBLIOGRAFIA

SUOLO

A.F.E.S., 1995. Référentiel pédologique. I.N.R.A., Paris.

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, 1995. Guida al rilevamento dei suoli, Firenze.

Green R.N., Klinka K., Trowbridge R.L., 1993. Towards a taxonomic classification of humus forms. Forest Science Monograph 29.

Nappi P., 2000. L'utilizzo di indicatori biologici ed ecotossicologici per valutare la qualità del suolo: stato dell'arte. Seminario internazionale: indicatori biologici ed ecotossicologici applicati al suolo e ai siti contaminati. Torino 19/05/2000.

Società Italiana della Scienza del Suolo, 1985. Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna.

USDA, Soil Survey Staff, 1993. Soil Survey Manual. Handbook n. 18 (USA).

USDA, Natural Resources Conservation Service, 1998. Keys to Soil Taxonomy. Eighth Edition.

AMBIENTE IDRICO

Celico P. (1988), Prospezioni idrogeologiche. VOL. I,II, Liguori Ed. (Napoli)

Custodio E., Llamas M.R. (1983), Hidrologia subteranea. Ed.Omega, Barcelona (SP)

Di Molfetta A. (1992), Determinazione della trasmissività degli acquiferi mediante correlazione con la portata specifica. Ingegneria e Geologia degli Acquiferi, n.1, pp.81-86.

Genetier B. (1984), La pratique des pompages d'essai en Hydrogéologie. éditions du BRGM, Orléans, Francia

Ghetti P.F. (1997) - Manuale di applicazione Indice Biotico Esteso (I.B.E.).I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti - Ed. Provincia Autonoma di Trento.

Hynes, H.B.N. (1970) - The ecology of running waters - Liverpool University Press.

IRSA-CNR (1994). Metodi di valutazione della tossicità con Daphnia. Metodo 8020. In: Metodi analitici per le acque, Quaderni IRSA N. 100.

IRSA-CNR (2003) - Metodi analitici per le acque, Volume Terzo - APAT Manuali e Linee Guida 29/2003.

Keddy, C., J.C Greene., M.A. Bonnell. 1994. A review of Whole organism bioassays for assessing the quality of soil, Freshwater sediment and freshwater in Canada. Ecosystem conservation directorate evaluation and interpretation branch. Ottawa, Ontario.

Microtox manual. 1992 edition. Microbics corporation, Carlsbad.

Sansoni G. (1988) - Macroinvertebrati dei corsi d'acqua Italiani - Ed. Provincia Autonoma di Trento. Stazione Sperimentale Agraria Forestale. pp.190.

Woodwiss F. S. (1978) - Biological water assessment methods - Severn Trent River Authorities, U.K.

BIODIVERSITÀ

A.P.A.T. IRSA-CNR, 2003. Manuali e linee guida 29/2003. Metodi analitici per le acque - Sezione 2000 - Parametri fisici, chimici e chimico-fisici. pp. 1113-1136, IRSA - CNR, Roma.

A.P.A.T. IRSA-CNR, 2003. Manuali e linee guida 29/2003. Metodi analitici per le acque. Sezione 9000 - Indicatori Biologici. pp. 115-176, IRSA - CNR, Roma.

A.P.A.T. (2007). "I.F.F. 2007 - Indice di Funzionalità Fluviale". APAT Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, 325 pp.

APAT, 2008. "Protocollo di campionamento e analisi delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua". In: Metodi biologici per le acque. Parte I. Manuali e linee guida. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e Servizi Tecnici.

- Arnold E.N. & Burton J.A., 1978 - A field guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Euro-pe - Collins, London.
- BAGENAL T., TESCH F.W., 1978. Age & growth. In "Methods for assessment of fish production in fresh waters", III ed. Blackwell Scientific Publications.
- BATTEGAZZORE M., MORISI A., GALLINO B., FENOGLIO S. (2004): "Environmental quality evaluation of alpine springs in NW Italy using benthic diatoms". *Diatom Research*, 19 (2): 149-165.
- BELFIORE C. (1983): "Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italia-ne". Ed. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Efemerotteri.
- BELTRAMI M.E., CIUTTI F., CAPPELLETTI C., LÖTSCH B., ALBER R., ECTOR L. (2012): "Diatoms from Alto Adige/Südtirol (Northern Italy): characterization of assemblages and their application for biological quality assessment in the context of the Water Framework Directive". *Hydrobiologia*, 695:153–170.
- BEY M.Y. & ECTOR L. (2013): "Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes. Tome 1 Centriques, Monoraphidées. Tome 2 Araphidées, Brachyraphidées. Tome 3 Naviculacées: Naviculoidées. Tome 4 Naviculacées: Naviculoidées. Tome 5 Naviculacées: Cymbelloidées, Gom-phonématoidées. Tome 6 Bacillariacées, Rhopalodi-acées, Surirellacées". Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Rhône-Alpes, Lyon, 1182 + 27 p., ISBN 978-2-11-129817-0.
- BIBBY C.J., BURGESS N., HILL D., 2000. Bird Census Techniques. Academic Press, London.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2017. European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities. Cambridge, UK; Birdlife International.
- BLONDEL J., FERRY C., FROCHOT B., 1981. Point Counts with Unlimited distance. In: *Estimating Numbers of terrestrial birds*, Studies in Avian Ecology, 6: 414 – 420.
- BONA F., FALASCO E., FASSINA S., GRISSELLI B., BADINO G. (2007): "Characterization of diatom assemblages in mid-altitude streams of NW Italy". *Hydrobiologia*, 583: 265-274.
- BRICHETTI P., GARIBOLDI A. (eds.), 1997. Manuale pratico di ornitologia, Ed agricola, Bologna, pp.259.267.
- BRICHETTI P., MASSA B., 1998 - Check-List degli uccelli italiani aggiornata a tutto il 1997. *Riv. ital. Orn.*, Milano, 68 (2): 129-152
- BUFFAGNI A, ERBA S, PAGNOTTA R., 2008. Definizione dello Stato ecologico dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati bentonici per la 2000/60/CE (WFD): il sistema di classificazione MacrOper per il monitoraggio operativo. IRSA-CNR, Notiziario dei metodi analitici, numero speciale 2008, pp. 24-46.
- BUFFAGNI A. & ERBA S. (2007): "Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) - Parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili". IRSA-CNR, Notiziario dei metodi analitici, n. 1, Marzo 2007, pp. 2-27.
- BUFFAGNI A., ALBER R., BIELLI E., DESIO F., FIORENZA A., FRANCESCHINI S., GENONI P., LOSCH B., ERBA S. 2008. MacrOper: valori di riferimento per la classificazione - Nota 1: Italia set-tentrionale. IRSA-CNR, Notiziario dei metodi analitici, numero speciale 2008, pp. 47-69.
- BUFFAGNI A., ERBA S., 2007. Macroinvertebrati acquatici e Direttiva 2000/60/EC (WFD) – Parte A. Metodo di campionamento per i fiumi guadabili. IRSA-CNR, Notiziario dei metodi analitici, n.1, Marzo 2007, pp. 2-27.
- BUFFAGNI A., MUNAFÒ M., TORNATORE F., BONAMINI I., DIDOMENICANTONIO A., MANCINI L., MARTINELLI A., SCANU G. & SOLLAZZO C., 2006. Elementi di base per la definizione di una tipologia per i fiumi italiani in applicazione della Direttiva 2000/60/EC. IRSA-CNR. Notiziario dei Metodi Analitici 2006. pp. 2-19.
- CRAMP S. (ed.), 1992. The Birds of Western Palearctic, vol. 6. Oxford University Press, Oxford.

- DELL'UOMO A. (2004): "L'indice diatomico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti". Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Centro Tematico Nazionale - Acque interne e Marino costiere c/o ARPA Toscana, Firenze, 101 pp.
- EN 14407 (2004): "Water quality - Guidance Standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters". European Committee for Standardization, Brussels, 12 pp.
- FARINA A., 1987. I parametri utilizzati nello studio della struttura delle comunità ornitiche. Boll. St. Nat. Lunig. Vol IV: 61-68.
- FERRY C., FROCHOT B., 1958. Une méthode pour dénombrer les oiseaux nicheurs. Terre et Vie, 12: 85-102.
- Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.A.C., Foster M.S. (a cura di), 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington: xx + 364 pp
- HOFMANN G., WERUM M., LANGE-BERTALOT H. (2011): "Diatomeen im Süßwasserbenthos von Mitteleuropa". Ed. H. Lange Bertalot. A.R.G. Gartner Verlag K.G. 908 pp.
- HUTTO R.L., PLETSCHE S.M., HENDRICKS P., 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding-season use. Auk, 103: 593-602.
- IRSA-CNR (2003): "Metodi analitici per le acque, Volume Terzo". APAT Manuali e Linee Guida 29/2003.
- IRSA-CNR, 2007. Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD).
- IRSA-CNR, 2008. Direttiva 2000/60/EC (WFD), Condizioni di riferimento per fiumi e laghi, classificazione dei fiumi sulla base dei macroinvertebrati acquatici.
- ISPRA (IRSA-CNR), 2014a. Linee guida per la valutazione della componente macrobentonica flu-viale ai sensi del D.M. 260/2010. ISPRA Manuali e linee guida 107/2014.
- ISPRA (IRSA-CNR), 2014b. Metodi biologici per le acque superficiali interne. ISPRA Manuali e linee guida 111/2014.
- Lanza B., 1983 – Anfibi, Rettili (Amphibia, Reptilia) - In: Ruffo S., red. - Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane - Collana del progetto finalizzato 'Promozione della qualità dell'ambiente', C.N.R., Verona, 27.
- LECOINTE C., COSTE M., PRYGIEL J. (1993): "OMNIDIA: software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management". Hydrobiologia, 269/270: 509-513.
- MANCINI L. & SOLLAZZO C. (2009): "Metodo per la valutazione dello stato ecologico delle acque correnti: comunità diatomiche". Roma: Istituto Superiore di Sanità (Rapporti ISTISAN 09/19).
- MASSA R., FEDRIGO A., FORNASARI L., CARABELLA M., SCHUBERT M., 1987. Forest bird communities in the Po valley. Acta Oecol., 8: 169-175.
- PIELOU E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theor. Biol., 13: 121-144.
- PRYGIEL J., COSTE M. & BUKOWSKA J. (1999): "Review of major diatom - based techniques for the quality assessment of rivers - State of the art in Europe". In: Prygiel J., Whitton B.A. e Bukowska J. (eds.), Use of algae for monitoring rivers III. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai, France: 224-238.
- RIMET F., GOMÀ J., BERTUZZI E., CANTONATI M., CAPPELLETTI C., CIUTTI F., CORDONIER A., COSTE M., TISON J., TUDESQUE L., VIDAL H., CAMBRA J., ECTOR L. (2007): "Benthic diatoms in western European streams with altitudes over 800 m. Characterisation of the main assemblages and correspondence with ecoregions". Diatom Research, 22 (1): 147-188.
- ROTT E, PFISTER P, VAN DAM H, PIPP E, PALL K, BINDER N, ORTLER K., 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in

Österreichischen Fließgewässern, Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien: Wasserwirtschaftskataster.

SCURI S., TORRISI M., COCCHIONI M., DELL'UOMO A. (2006): "The European Water Framework Directive 2000/60/EC in the evaluation of the ecological status of watercourses. Case study: the river Chienti (central Apennines, Italy)". *Acta Hydrochimica et hydrobiologica*, 34 (5): 498-505.

SPAGGIARI R. & FRANCESCHINI S. (2000): "Procedure di calcolo dello stato ecologico dei corsi d'acqua e di rappresentazione grafica delle informazioni". *Biologia Ambientale*, 14 (2), 1-6.

STEVENSON R.J. & PAN Y. (1999): "Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms". In Stoermer E.F. & Smol J.P. (eds): *The Diatoms: Application for the environmental and Earth sciences*. Cambridge University Press, Cambridge: 11-40.

Sutherland W. J., 2006 – *Ecological Census Techniques (a handbook) Second Edition*. University Press, Cambridge, 432 pp.

TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. & USSEGLIO-POLATERA P., 2003. *Invertebrates d'Eau Douce: Systematique, Biologie, Ecologie*, CNRS Editions. 587pp.

TORRISI M. & DELL'UOMO A. (2006): "Biological monitoring of some Apennine rivers (central Italy) using the diatom - based Eutrophication/Pollution Index (EPI-D) compared to other European diatom indices". *Diatom Research*, 21 (1): 159-174.

TUCKER G. M. & HEATH M. F., 1994. *Birds in Europe: their conservation status*. BirdLife International, BirdLife Conservation Series no.3, Cambridge.

VAN DAM H., MERTENS A., SINKELDAM J. (1994): "A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands". *Neth. J. Aquat. Ecol.* 28: 117-133.

VEGETAZIONE

PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia*. 1-3. Edagricole. Bologna

PIGNATTI S., 1998 - *I boschi d'Italia*. Sinecologia e biodiversità. UTET, Torino

PIRONE G., MANZI A., 2003 - *Un bosco residuo a cerro, rovere, farnia e carpino bianco nei dintorni dell'Aquila (Abruzzo, Italia Centrale)*. *Inform. Bot. Ital.*, 35(2): 321-327

RIVAS – MARTÍNEZ S., 1993 - *Bases para una nueva clasificacion bioclimatica de la tierra*. *Folia Bot. Madritensis* 10: 1-23

TUTIN, T. G., V.H. HEYWOOD, N.A. BURGESS, D.H. VALENTINE, S.M. WALTERS, WEBB D.A., 1968-1980 - *Flora Europaea*. 2-5. Cambridge University Press

TUTIN, T. G., N.A. BURGESS, A.O. CHATER, J.R. EDMONDSON, V.H. HEYWOOD, D.M. MOORE, D.H. VALENTINE, S.M. WALTERS, WEBB D.A. (Eds.) 1993 - *Flora Europaea*. 1. 2a ed. Cambridge University Press

UBALDI D., ZANOTTI A.L., PUPPI G., SPERANZA M., CORBETTA F., 1987 - *Sintassonomia dei boschi caducifogli mesofili dell'Italia peninsulare*. *Not. Fitosoc.* 23: 31-62

VAGGE I., *Alcune associazioni di mantello dell'Appennino ligure*, *Fitosociologia* 39 (1) - Suppl. 2: 57-63, 2002

ERSAF (coord. Comini B., Cavalli G., Gagliazzi E.), *Formulazione del programma di monitoraggio scientifico della rete – Azione D1, Relazione finale del Programma di monitoraggio scientifico di Specie Vegetali e Habitat della Direttiva 92/43/CE*, Marzo 2015.

RUMORE

UNI 9884 *Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale*, 1991

U20.00.048.0 Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale, progetto di modifica della norma UNI 9884, 1995

Vicentini M. (1994), Analisi dei parametri statistici delle distribuzioni orarie dei livelli di pressione e dei livelli equivalenti orari in diverse situazioni di traffico veicolare urbano, Rivista Italiana di Acustica, Aprile-Giugno

Brambilla G., Cipelletti L. (1994), Valutazione degli errori associati a tecniche di campionamento nel tempo per il rilievo del rumore ambientale, Rivista Italiana di Acustica, Gennaio-Marzo

UNIVERSITA' BOCCONI (1990), Il monitoraggio ambientale: un settore di convergenza tecnologica