

## INDICE

1	INQUADRAMENTO PROGETTUALE	<b>6</b>
2	PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	<b>7</b>
2.1	Premessa	<b>7</b>
2.2	Linee guida per la redazione di un piano di monitoraggio ambientale	<b>8</b>
3	COMPONENTE AMBIENTALE ACQUE SUPERFICIALI	<b>18</b>
3.1	Finalità del lavoro	<b>18</b>
3.2	Analisi dei documenti di riferimento e definizione dello stato informativo esistente	<b>18</b>
3.3	Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi	<b>26</b>
3.4	Scelta degli indicatori ambientali	<b>29</b>
3.5	Descrizione delle metodologie di campionamento ed analisi	<b>36</b>
3.6	Scelta delle aree da monitorare	<b>39</b>
3.7	Strutturazione delle informazioni	<b>41</b>
3.8	Gestione anomalie	<b>41</b>
3.9	Articolazione temporale del monitoraggio	<b>42</b>
3.10	Documentazione da produrre	<b>44</b>
4	COMPONENTE AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE	<b>46</b>
4.1	Finalità del lavoro	<b>46</b>
4.2	Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente	<b>46</b>
4.3	Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti	

	normativi e bibliografici	<b>60</b>
4.4	Scelta degli indicatori ambientali	<b>61</b>
4.5	Descrizione delle metodologie di campionamento ed analisi	<b>65</b>
4.6	Scelta delle aree da monitorare	<b>72</b>
4.7	Strutturazione delle informazioni	<b>73</b>
4.8	Gestione delle Anomalie	<b>74</b>
4.9	Articolazione temporale del monitoraggio	<b>75</b>
4.10	Documentazione da produrre	<b>77</b>
<b>5</b>	<b>COMPONENTE AMBIENTALE ARIA</b>	<b>79</b>
5.1	Finalità del lavoro	<b>79</b>
5.2	Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente	<b>79</b>
5.3	Riferimenti normativi	<b>96</b>
5.4	Scelta degli indicatori ambientali	<b>98</b>
5.5	Descrizione delle metodologie di campionamento ed analisi	<b>102</b>
5.6	Scelta delle aree da monitorare	<b>106</b>
5.7	Strutturazione delle informazioni	<b>107</b>
5.8	Gestione delle anomalie	<b>108</b>
5.9	Azioni correttive	<b>108</b>
5.10	Articolazione temporale del monitoraggio	<b>109</b>
5.11	Documentazione da produrre	<b>111</b>
<b>6</b>	<b>COMPONENTE AMBIENTALE RUMORE</b>	<b>112</b>
6.1	Finalità del lavoro	<b>112</b>
6.2	Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente	<b>112</b>

6.3	Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici	<b>123</b>
6.4	Scelta degli indicatori ambientali	<b>126</b>
6.5	Indicatori acustici e criteri di misura della fase ante operam	<b>130</b>
6.6	Indicatori acustici e criteri di misura della fase corso d'opera	<b>131</b>
6.7	Indicatori acustici e criteri di misura della fase post operam	<b>135</b>
6.8	Descrizione delle metodologie di campionamento ed analisi	<b>137</b>
6.9	Scelta delle aree da monitorare	<b>141</b>
6.10	Strutturazione delle informazioni	<b>145</b>
6.11	Gesione delle anomalie	<b>146</b>
6.12	Articolazione temporale del monitoraggio	<b>147</b>
6.13	Documentazione da produrre	<b>149</b>
<b>7</b>	<b>COMPONENTE AMBIENTALE VEGETAZIONE E FAUNA</b>	<b>150</b>
7.1	Finalità del lavoro	<b>150</b>
7.2	Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente	<b>150</b>
7.3	Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici	<b>162</b>
7.4	Definizione delle metodologie di indagine	<b>163</b>
7.5	Scelta delle aree da monitorare	<b>179</b>
7.6	Strutturazione delle informazioni	<b>182</b>
7.7	Gestione delle anomalie	<b>183</b>
7.8	Articolazione temporale del monitoraggio	<b>183</b>
7.9	Documentazione da produrre	<b>187</b>

8	COMPONENTE AMBIENTALE SUOLO	<b>189</b>
8.1	Finalità del lavoro	<b>189</b>
8.2	Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente	<b>190</b>
8.3	Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici	<b>194</b>
8.4	Scelta degli indicatori ambientali	<b>195</b>
8.5	Descrizione delle metodologie di campionamento ed analisi	<b>198</b>
8.6	Definizione delle caratteristiche delle strumentazione	<b>201</b>
8.7	Scelta delle aree da monitorare	<b>202</b>
8.8	Strutturazione delle informazioni	<b>204</b>
8.9	Gestione delle anomalie	<b>205</b>
8.10	Azioni correttive	<b>205</b>
8.11	Articolazione temporale del monitoraggio	<b>206</b>
8.12	Documentazione da produrre	<b>209</b>
9	COMPONENTE SOTTOSUOLO	<b>211</b>
9.1	Finalità del lavoro	<b>211</b>
9.2	Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente	<b>211</b>
9.3	Identificazione e aggiornamento dei riferiemnti normativi	<b>228</b>
9.4	Scelta degli indicatori ambientali	<b>229</b>
9.5	Metodologie di monitoraggio	<b>230</b>
9.6	Scelta delle aree da monitorare	<b>240</b>
9.7	Articolazione temporale del monitoraggio	<b>242</b>

10	COMPONENTE AMBIENTALE PAESAGGIO	<b>244</b>
10.1	Finalità del lavoro	<b>244</b>
10.2	Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente	<b>246</b>
10.3	Identificazione e aggiornamento dei riferimenti normativi	<b>252</b>
10.4	Scelta degli indicatori ambientali	<b>252</b>
10.5	Metodologia di monitoraggio	<b>257</b>
10.6	Scelta delle aree da monitorare	<b>264</b>
10.7	Strutturazione delle informazioni	<b>264</b>
10.8	Articolazione temporale del monitoraggio	<b>265</b>
10.9	Documentazione da produrre	<b>266</b>
11	COMPONENTE TERRE E ROCCE DA SCAVO	<b>268</b>

## 1 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

L'opera in progetto, unitamente al 2° stralcio, oltre a costituire una variante alla S.S. 318, dall'abitato di Valfabbrica a Schifanoia, rientra nell'ambito della costruzione del più ampio "Itinerario Perugia - Ancona", costituito dall'ammodernamento e/o costruzione in nuova sede a quattro corsie di tratti di varie strade statali.

## 2 PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

### 2.1 Premessa

A seguito della lettura approfondita degli elaborati del progetto esecutivo e dei dati ambientali reperibili da fonti bibliografiche ufficiali si predisporrà in questa sede il piano di monitoraggio del progetto, inteso come compendio puntuale ed esauriente delle modalità di valutazione dello stato ambientale in relazione alle sue diverse componenti. Il presente elaborato sarà sviluppato sugli aspetti maggiormente significativi delle condizioni ambientali dell'area, cercando di garantire allo stesso tempo la significatività d'insieme delle rilevazioni con la loro sostenibilità economica.

Per garantire la stesura di un documento il più possibile coerente con le externalità e le criticità prodotte dal progetto allo studio, ci si avvarrà di una guida metodologica stilata dal ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (M.A.T.T.M.) che rappresenta un compendio tecnico/legale per la redazione di un monitoraggio coerente e condiviso. La stesura di un piano di monitoraggio presenta spesso grosse difficoltà, in quanto richiede una grande conoscenza delle matrici e delle dinamiche ambientali, un'esperienza consolidata nella gestione dei sistemi di informazione territoriale, la capacità di addentrarsi in un quadro di riferimento normativo spesso complesso e capzioso e l'integrazione di un consistente numero di contributi disciplinari. Spesso, inoltre, la definizione di uno schema operativo di acquisizione ed elaborazione dati dovrà presentare degli standard condivisi, vista la necessità di integrarne i contributi con quelli delle autorità preposte alla gestione del territorio.

Le componenti ambientali considerate nel presente PMA sono le seguenti:

- Suolo ;
- Sottosuolo;
- Ambiente idrico superficiale;
- Ambiente idrico sotterraneo;
- Vegetazione flora fauna ecosistemi;
- Paesaggio;
- Atmosfera;
- Rumore;

- Rifiuti terre e rocce da scavo.

Dall'elenco restano escluse: radiazioni ionizzanti e non ionizzanti, vibrazioni, ambiente sociale – salute pubblica e stato fisico dei luoghi.

Le argomentazioni che hanno condotto ad escludere dal PMA le componenti radiazioni ionizzanti e non ionizzanti e vibrazioni, si riferiscono alla tipologia di opera (infrastruttura stradale) e lavorazioni da eseguire; infatti non sono previsti impianti dai quali possa scaturire impatto per le radiazioni, né le lavorazioni che si andranno ad eseguire genereranno impatto vibrazionale tale da richiedere monitoraggio.

In merito all'ambiente sociale e salute pubblica, il monitoraggio di quest'ultima è di fatto implicitamente monitorata, attraverso le indagini previste per il rumore, atmosfera, ambiente idrico, che possono avere ricadute sulla salute umana.

Per quanto concerne l'ambiente sociale, poiché le attività relative alla costruzione dell'opera sono localizzate in ambiti extraurbani e scarsamente antropizzati, le attività di cantiere non avranno influenza sulle "abitudini" dei fruitori del territorio. Per quanto concerne invece il successivo esercizio dell'opera, essa andrà a migliorare la qualità della vita dei residenti consentendo loro una più facile e rapida accessibilità ai luoghi di residenza.

Per quanto concerne invece lo stato fisico dei luoghi e aree di cantiere, le attività atte al controllo delle aree, sono già ricomprese nelle attività da svolgere per ciascuna componente ed inoltre essendo parte dei lavori già realizzati e non essendo presente un documento di riferimento per lo stato fisico dei luoghi si ritiene non opportuno investigare tale componente in questa fase avanzata di progettazione/parziale esecuzione delle opere.

## *2.2 Linee guida per la redazione di un piano di monitoraggio ambientale*

Il piano di monitoraggio ambientale è uno strumento in dotazione della commissione VIA, utile a valutare gli impatti attesi o presunti che possono verificarsi a causa della realizzazione del progetto allo studio. Questo si articola secondo una struttura che ne evidenzia gli obiettivi, i contenuti, i criteri metodologici, l'organizzazione e le risorse, necessari al suo sviluppo e nel pieno rispetto dei vincoli normativi.

Un monitoraggio si estrinseca attraverso l'insieme dei controlli periodici o continuativi di taluni parametri fisici, chimici e biologici rappresentativi delle matrici ambientali

impattate dalle azioni di progetto.

### Obiettivi del monitoraggio ambientale

Un piano di monitoraggio assume valenza di strumento operativo per la verifica delle previsioni delle precedenti fasi progettuali e dello studio di impatto ambientale; inoltre, la sua prescrizione costituisce un fondamentale elemento di garanzia affinché il progetto sia concepito e realizzato nel pieno rispetto delle esigenze ambientali.

A tal proposito il PMA dovrà perseguire diverse finalità che rendono conto dell'iter procedurale ambientale cui il progetto è stato sottoposto: il suo esperimento dovrà in primis verificare lo scenario previsionale ricostruito nel VIA e caratterizzare, dunque, l'evoluzione nel tempo dei cambiamenti ambientali durante la realizzazione dell'opera e nel corso del suo esercizio. Il PMA, inoltre, dovrà far fronte a tutte le possibili occorrenze non paventate nella stesura del progetto e attivare dei sistemi di allarme che informino in tempo reale di qualunque scostamento dal quadro previsionale di riferimento; in questo modo, si potrebbero studiare in tempo reale le contromisure per le problematiche riscontrate, così come appurare l'effettiva adeguatezza delle eventuali opere di mitigazione. In ultima istanza, il Piano dovrà presentare tutti gli elementi utili alla commissione VIA per la verifica della corretta esecuzione degli accertamenti e dell'avvenuto recepimento delle prescrizioni allegate al provvedimento di compatibilità ambientale.

In generale le finalità proprie del piano sono così sintetizzabili:

- Verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera;
- Correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- Garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- Fornire alla Commissione Speciale VIA gli elementi di verifica necessari per la

corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;

- Effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti, e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

#### Articolazione temporale

In accordo con le indicazioni sinora riportate, uno degli aspetti più interessanti delle indagini di accertamento ambientale rende conto della sua articolazione temporale che prevede l'accertamento dei parametri di interesse durante le diverse fasi della vita di un'opera, da prima della sua cantierizzazione fino al suo esercizio; a tal riguardo, questo dovrà essere scandito secondo tre distinti momenti: monitoraggio ante-operam, corso d'opera e post-operam.

- Monitoraggio ante-operam, che si conclude prima dell'inizio di attività interferenti con la componente ambientale. In tale fase il proponente recepisce e verifica tutti i dati reperiti e direttamente misurati per la redazione della progettazione definitiva ed esecutiva. Il monitoraggio ante operam sarà predisposto per accertare lo stato fisico dei luoghi e le caratteristiche originarie dell'ambiente naturale ed antropico; la sua definizione è un aspetto fondamentale nella lettura critica degli effetti di un'opera sull'ambiente e consentirà di valutarne la sostenibilità fornendo il termine di paragone per la valutazione dello "stato ambientale attuale" nei vari stadi di avanzamento lavori.
- Monitoraggio in corso d'opera, che comprende tutto il periodo di realizzazione, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti. Il monitoraggio in corso d'opera avrà luogo durante tutto il corso delle lavorazioni, secondo i tempi e le modalità più opportune a caratterizzare e a verificare gli impatti. La sua realizzazione serve a valutare l'evoluzione degli indicatori ambientali nel tempo, affinché emerga l'effettiva incidenza degli impatti sulle componenti ambientali e sia possibile definire una modellizzazione del fenomeno, utile alla stesura di correttivi per la mitigazione; in tale fase sarà possibile, inoltre, acclarare ulteriori ed impreviste dinamiche di impatto che richiederanno pur anche la rielaborazione di alcune decisioni progettuali. La sua funzione assurge a strumento di prevenzione e precauzione, predisponendo una sorta di sistema di allerta per il contenimento del danno ambientale e la

pianificazione delle rispettive contromisure.

- Monitoraggio post-operam, comprendente le fasi di pre-esercizio ed esercizio, la cui durata è funzione sia della componente indagata sia della tipologia di Opera. Il monitoraggio post operam viene effettuato durante la fase di esercizio dell'opera/infrastruttura e concorre a valutare la rispondenza degli scenari attuali rispetto a quelli previsionali ricostruiti nello studio di impatto ambientale e/o nelle precedenti fasi di monitoraggio. I valori ottenuti dalla campagna di acquisizione dati, una volta confrontati con le determinazioni ante-operam, consentiranno la determinazione degli scarti apprezzati negli indicatori ambientali e di valutare, dunque, eventuali deviazioni rispetto alle attese modellistiche. Tutto ciò assume una grande importanza in quanto potrebbe portare all'accettazione delle opere di mitigazione e compensazione ambientale allegata al progetto o richiederne l'integrazione; il fine prioritario di tale campagna resta comunque quello di controllare che l'insieme dei parametri prescelti per la caratterizzazione dello stato ambientale non superino i limiti ammissibili per legge.

#### Modalità di attuazione del PMA e gestione dei suoi risultati

La messa in opera delle direttive di piano presuppone alcuni passaggi interlocutori mirati all'approntamento del sistema operativo di acquisizione dati. Stabilite le linee guida del MA, i responsabili della campagna di acquisizione dati dovranno effettuare dei sopralluoghi per valutare i modi più idonei per la materializzazione della stazione di rilevamento e di tutte le esternalità che potrebbero incidere sulle rilevazioni; è chiaro che la collocazione planimetrica della stazione dovrà essere univocamente georeferenziata e la sua materializzazione dovrà raccogliere preventivamente tutte le autorizzazioni ed i nulla osta del caso. Altri compiti riguarderanno, inoltre, il reperimento delle apparecchiature stabilite dal progetto di MA e la definizione dei protocolli più significativi per la conduzione delle prove e per l'emissione dei loro risultati, influenzati anche da evidenze e condizionamenti locali. La complessità di gestione di una mole di informazioni spesso gravosa impone, infine, un sistema organico per l'elaborazione e restituzione dei dati, secondo sistemi informativi (SIT) di uso comune, che rendano i dati facilmente fruibili sia nelle amministrazioni che da parte dei soggetti interessati; a tal

proposito, onde evitare la ridondanza delle informazioni, i dati dovranno presentare alcuni requisiti e rispondere a criteri di completezza congruenza e chiarezza.

### Gestione delle variazioni

Al monitoraggio ambientale è richiesta una struttura adattabile alle evenienze che di volta in volta possono registrarsi durante i lavori; pertanto, l'ipotesi di un sistema "rigido" non risponderebbe a questa esigenza e sarà scartata a priori. Il PMA dovrà, dunque, recepire in presa diretta qualsiasi variazione progettuale ed essere aggiornato rispetto alle nuove indicazioni o anomalie sperimentali evidenziate durante il suo corso.

### Struttura organizzativa preposta all'effettuazione del PMA

In merito alla complessità ed organicità del MA è richiesta la definizione di un organigramma per l'attribuzione di ruoli, oneri, compiti e responsabilità per l'adempimento dei diversi punti del piano. Il referente del piano è il responsabile ambientale che rappresenta il tramite per l'accesso alle attività di investigazione da parte della commissione VIA; i suoi ruoli sono molteplici, e tra questi si riconosce l'obbligo affinché tutti gli obiettivi del piano vengano perseguiti nei tempi e nei modi predisposti nel documento di MA. Il responsabile ambientale costituisce il trade union tra le diverse attività settoriali e scandisce le tempistiche ed il coordinamento degli accertamenti e dell'emissione dei flussi informativi, verificando la loro conformità agli standard e alle specifiche richieste; è, inoltre, sua esclusiva prerogativa quella della produzione di relazioni di sintesi, di rendicontazione e di caratterizzazione dell'avanzamento del piano e delle sue risultanze da sottoporre mensilmente all'attenzione della commissione VIA. Tra le sue mansioni figura quella della nomina del personale specializzato e attestato per l'esecuzione in campo delle misurazioni. Le linee guida stabilite dal ministero prevedono per il responsabile, inoltre, il compito di:

- predisporre e garantire il rispetto del programma temporale delle attività del PMA e degli eventuali aggiornamenti;
- predisporre la procedura dei flussi informativi del MA, da concordare con la Commissione Speciale VIA;
- coordinare gli esperti ed i tecnici addetti all'esecuzione delle indagini e dei rilievi in campo;

- coordinare le attività relative alle analisi di laboratorio;
- verificare, attraverso controlli periodici programmati, il corretto svolgimento delle attività di monitoraggio;
- predisporre gli aggiustamenti e le integrazioni necessarie ai monitoraggi previsti;
- assicurare il coordinamento tra gli specialisti settoriali, tutte le volte che le problematiche da affrontare coinvolgano diversi componenti e/o fattori ambientali;
- definire tutti i più opportuni interventi correttivi alle attività di monitoraggio e misure di salvaguardia, qualora se ne rilevasse la necessità, anche in riferimento al palesarsi di eventuali situazioni di criticità ambientale;
- interpretare e valutare i risultati delle campagne di misura;
- effettuare tutte le ulteriori elaborazioni necessarie alla leggibilità ed interpretazione dei risultati;
- assicurare il corretto inserimento dei dati e dei risultati delle elaborazioni nel sistema informativo del MA.

### Competenze specialistiche

Nell'ambito della nomina del responsabile di settore (facoltà che spetta, come poc'anzi asserito, al responsabile ambientale), si fa espressa richiesta che queste siano reperite nell'ambito di professionalità accreditate, con il fine di certificare con maggior sicurezza gli accertamenti e di creare e sviluppare al contempo nuove professionalità cresciute in un ambiente congeniale, sotto tutti i punti di vista, alla formazione teorica e tecnica. Il ministero dell'ambiente predispone, a tal proposito, una tavola sinottica che discrimina per ciascuna componente ambientale la descrizione dei profili professionali e delle competenze indispensabili alla conduzione del MA:

Componente o fattore ambientale	Competenze specialistiche
Atmosfera	<ul style="list-style-type: none"><li>• qualità dell'aria</li><li>• meteorologia</li><li>• fisica chimica dell'atmosfera</li></ul>
Ambiente idrico-superficiale e sotterranee	<ul style="list-style-type: none"><li>• biologia</li><li>• ingegneria idraulica o ambientale</li><li>• geologia</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chimica</li> </ul>
Suolo e sottouolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• agronomia</li> <li>• pedologia</li> <li>• geologia e geomorfologia</li> <li>• idrogeologia</li> <li>• geotecnica</li> </ul>
Vegetazione flora fauna ed ecosistemi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• scienze forestali</li> <li>• botanica</li> <li>• agronomia</li> <li>• zoologia</li> <li>• pedologia</li> <li>• ecologia</li> <li>• telerilevamento</li> </ul>
Rumore	<ul style="list-style-type: none"> <li>• acustica ambientale</li> <li>• valutazione di impatto acustico</li> </ul>
Paesaggio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• architettura del paesaggio</li> <li>• sociologia dell'ambiente e del territorio</li> </ul>

Tabella 1 Competenze specialistiche per le singole componenti ambientali

Per ciascuna componente e/o fattore ambientale interessati dalle attività di monitoraggio, sono stati individuati: il responsabile specialistico, le qualifiche ed i nominativi degli esperti utilizzati sia per le indagini ed i rilievi di campo, sia per l'elaborazione dei dati, nonché l'elenco dei laboratori individuati per lo svolgimento di analisi chimico-fisiche, etc.

#### Metodologie di misurazione e campionamento

Come più volte accennato, la redazione del PMA si compie anche rispetto alla definizione delle metodologie di indagine; a livello operativo, infatti, chiunque si trovi a recepirne i contenuti dovrà accedere in modo speditivo a tutti gli elementi di base per il suo approntamento; ciò definisce lo scarto tra una corretta ed esaustiva pianificazione analitica ed un uno strumento di indagine inefficiente. Tale indicazione è molto più forte di quanto non sembri e serve a superare le pastoie cui si potrebbe incorrere a causa dell'indeterminazione delle posizioni più prettamente operative. Per quanto sia oramai consolidata la tendenza a marginalizzare i contributi del PMA rispetto agli usuali aspetti progettuali, considerando le campagne di indagine come propaggini alle attività di incantieramento, tale posizione risulta evidentemente pretenziosa e mal posta, anche

alla luce delle determinazioni legali in materia di responsabilità e danno ambientale. In tal senso, il corretto inserimento ambientale dell'opera assume centralità rispetto alla valutazione delle scelte progettuali e della loro congruità rispetto le preesistenze tutelate e rappresenta, quindi, un elemento retroattivo di valenza fondamentale (dunque primaria) durante l'avanzamento dei lavori.

La principale istanza che dovrà esser colta rispetto alle esigenze di cantierizzazione risiede nell'efficientamento delle metodiche di collezionamento dati rispetto alla loro individuazione e descrizione. La loro compiuta disamina consentirà, infatti, un processo più spedito nella gestione delle campagne di indagini, evitando (per quanto possibile) che le azioni di piano si ripercuotano in modo troppo pesante sulle attività e sui tempi della produzione infrastrutturale. Ciò costituisce un elemento basilare nella progettazione del PMA, da perseguire mutuando linee guida consolidate o prassi operative invalse nella buona pratica di settore, purché suffragate da adeguate basi teorico scientifiche e da istituti di ricerca accreditati in ambito nazionale ed internazionale.

Il maggior numero di riferimenti metodologici potrà esser mutuato dai più o meno recenti strumenti normativi che, nel tentativo di strutturare e regolamentare i diversi aspetti di gestione ambientale, hanno codificato parametri di sintesi e rispettive procedure di acquisizione riferibili allo stato dell'arte delle conoscenze scientifiche al momento della loro emanazione. Ciò è tanto più vero quanto maggiore è il condizionamento antropico connesso all'entità del disturbo, vale a dire le esternalità negative direttamente connesse con la percezione ambientale della comunità umana rispetto alle proprie priorità di tipo insediativo, fondiario ed immobiliare (inquinamento dell'aria, dell'acqua, acustico); più problematico è, invece, lo stato di aggiornamento normativo di altri componenti del quadro di riferimento ambientale (vibrazioni, flora fauna vegetazione ed ecosistemi, paesaggio, terre e rocce da scavo....) in cui in difetto di numi procedurali e normativi, dovrà attenersi a norme tecniche redatte da comitati tecnici e scientifici accreditati o da organismi di ricerca di prestigio (università, fondazioni....).

In questa sede ci si atterrà a fornire un'indicazione dei riferimenti bibliografici, normativi e documentali inerenti alle problematiche esaminate, demandando alla loro

consultazione l'estrapolazione degli elementi utili all'approntamento delle metodologie di indagine ed investigazione.

### Criteria di restituzione dei dati del monitoraggio

La gestione dei dati ambientali è un processo che va ben oltre la loro acquisizione e comporta l'applicazione di procedure consolidate per l'estrazione delle informazioni di sintesi utili ai fini interpretativi. Materializzata la rete di registrazione vera e propria, i dati ottenuti dovranno essere validati, ossia sottoposti ad un'analisi statistica volta a rilevare eventuali outlier, la cui presenza potrebbe inficiare sull'attendibilità dell'intera serie campionaria; ciò significa escludere quelle misurazioni marcatamente fuorvianti, frutto di errori sistematici o casuali di rilevazione o imputabili a particolari condizioni al contorno e archiviare i valori attendibili secondo un sistema pratico e di facile accesso. Il sistema di archiviazione dovrà consentire facili aggiornamenti ed essere accessibile alla consultazione e all'estrazione dei dati volta alla loro elaborazione, confronto e modellizzazione.

I risultati di queste operazioni produrranno carte tematiche facilmente interpretabili sia da parte della commissione che del pubblico interessato. La tecnologia propone oramai una gamma molto ampia di strumenti per la gestione di banche dati, con ampie possibilità di inserimento, archiviazione, interrogazione e trasmissione dei risultati e gestibili attraverso gli oramai consueti sistemi informativi territoriali (S.I.T.) . La validazione dei dati, peraltro, non richiederà solo la loro congruenza, ma anche la loro "certificazione"; ciò significa produrre per ciascuno di essi il relativo "metadato", inteso come quel contenuto informativo che qualifica la loro rispondenza a taluni requisiti di qualità. La cura sull'attendibilità dei dati impone, peraltro, ulteriori obblighi procedurali che richiedono la validazione degli stessi e delle apparecchiature di acquisizione da parte di organismi terzi certificati ed il confronto delle risultanze ottenute con quelle estrapolate da altre reti di monitoraggio. A corredo delle diverse pubblicazioni dovrà essere prodotta opportuna documentazione tecnica per la ricostruzione dei fenomeni osservati e delle eventuali contromisure intraprese per il loro contenimento. Tali emissioni, concordate con la commissione, dovranno essere in formati non modificabili, lasciando comunque impregiudicata la facoltà della commissione VIA ad accedere al sistema GIS utile alla gestione dei dati.

### Sistema informativo

Come già menzionato nel precedente paragrafo, la gestione dell'informazione passa per la realizzazione di un sistema informativo territoriale. Questo è un sistema che consente l'archiviazione, validazione, interrogazione, elaborazione, georeferenziazione, rappresentazione, scambio ed edizione dei dati ambientali e rappresenta, dunque, lo strumento basilare per la conduzione di un MA. Un SIT non deve essere banalmente pensato come un mero sistema informatico, ma come il complesso delle interazioni che una rete di operatori coinvolti nella gestione dei dati ambientali concorre a definire e che annovera tra i suoi strumenti attuativi, i più diffusi applicativi informatici GIS. In generale un SIT è costituito da un'adeguata piattaforma hardware/software, da una base informativa georiferita e da una serie di strumenti atti alla gestione dei dati. Questi ultimi saranno organizzati in una banca dati relazionale (RDBMS) che, attraverso un geocodice, punta a delle coordinate cartografiche che ne consentono la collocazione spaziale. Le prescrizioni ministeriali indicano nel sistema cartografico WGS84/UTM la base per la rappresentazione dei dati ambientali, onde rendere la rete di monitoraggio interfacciabile con gli standard del portale cartografico nazionale e della suite implementata dal MATTM e diffusa presso le sue diverse sedi ed autorità locali. Il sistema informativo dovrà comunque rispondere ai seguenti criteri generali:

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

## 3 COMPONENTE AMBIENTALE ACQUE SUPERFICIALI

### 3.1 Finalità del lavoro

Il presente capitolo costituisce la sezione del Piano di Monitoraggio dedicata alle acque superficiali.

Il monitoraggio delle acque superficiali ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono sui corpi idrici, nell'area interessata dalla realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio viene eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera al fine di:

- misurare gli stati di *ante operam*, *corso d'opera* e *post operam* in modo da documentare l'evolversi delle caratteristiche ambientali;
- controllare le previsioni di impatto nelle fasi di costruzione ed esercizio;
- fornire agli Enti preposti al controllo gli elementi di verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

A questo proposito generalmente si assumono come riferimento (o "stato zero") i valori registrati allo stato attuale (*ante operam*); si procede poi con misurazioni nel corso delle fasi di costruzione (a cadenza regolare oppure in relazione alla tipologia di lavorazioni previste) e infine si valuterà lo stato di *post operam* al fine di definire la situazione ambientale a lavori conclusi e con l'opera in effettivo esercizio.

Il documento di riferimento principale per la redazione della presente sezione è costituito dalle "*Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i.; D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)*", cap 6.2 rev. 1 del 2015.

### 3.2 Analisi dei documenti di riferimento e definizione dello stato informativo esistente

I documenti analizzati per lo studio e il monitoraggio della componente acque superficiali sono i seguenti:

- Progetto Esecutivo;

- Piano di Tutela delle Acque, regione Umbria
- Stato delle acque superficiali Umbria ARPA Umbria.

Nel complesso tale documentazione caratterizza l'area fornendo una fotografia più che attendibile del contesto ed aiutando a comprenderne in pieno le dinamiche ed i possibili condizionamenti.

#### Stato ambientale ed ecologico dei corpi idrici

Il tracciato di progetto interferisce con il reticolo idrografico degli affluenti in sinistra idraulica del **Rio Risacco** il quale è a sua volta affluente in sinistra idraulica del **Fiume Chiascio**.

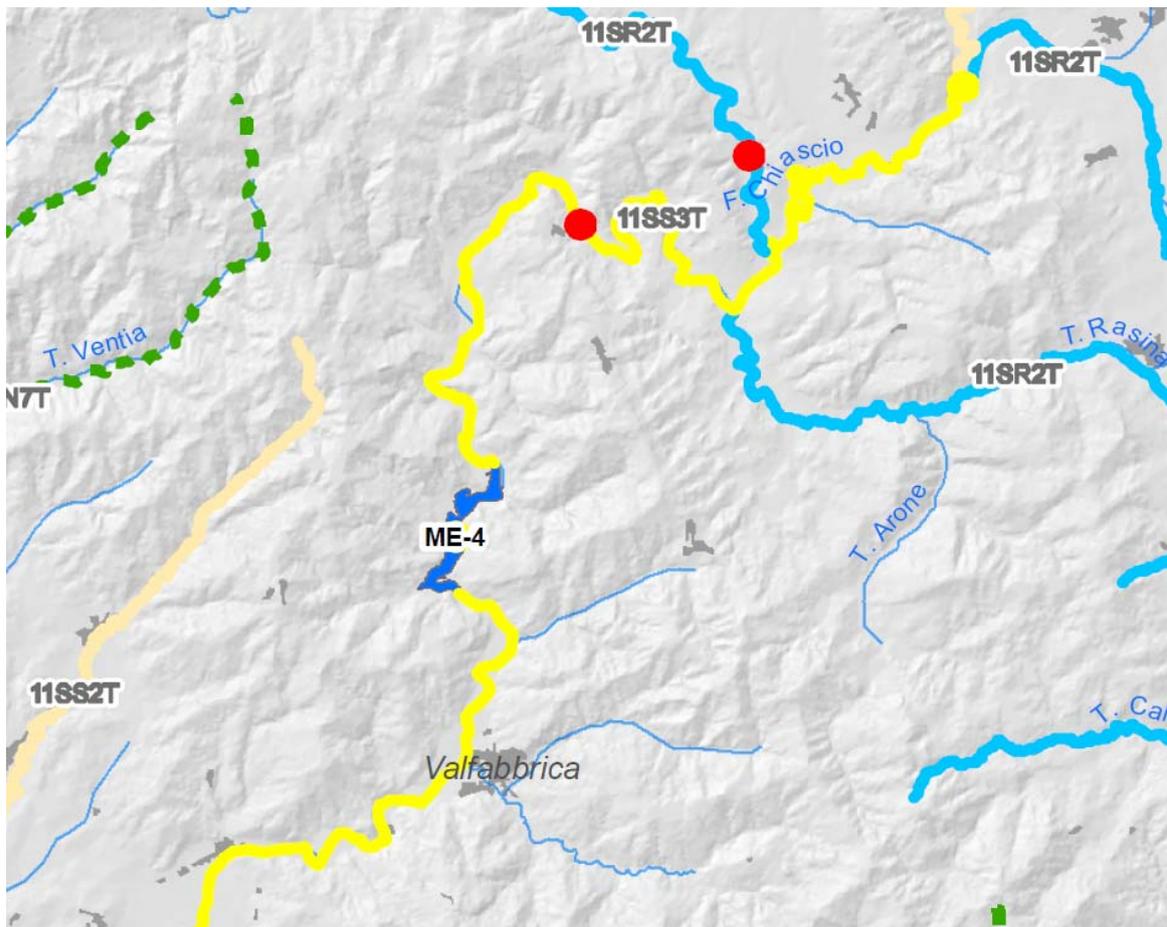
La maggior parte di questi corsi d'acqua sono fossi o impluvi naturali di modesta entità, tutti con bacini ampiamente al di sotto di 1 kmq di estensione, ad eccezione del **Fosso Comancino** il cui bacino ha una superficie pari a circa 1.4 kmq e viene superato dall'omonimo Viadotto di lunghezza pari a circa 170 m, del quale sono peraltro già state realizzate pile e spalle. Il fosso dopo l'uscita dalla Galleria Picchiarella, identificato con il codice del bacino n. 7, affluente del **Fosso del Calvario**, per il quale è stata prevista una sistemazione idraulica con deviazione (già realizzata), non interferisce invece con il lotto in oggetto, attraversando il tracciato stradale circa 85 m oltre la fine del presente intervento nel tratto finale. Nella tabella seguente vengono riportate le interferenze dell'asse principale con il reticolo idrografico di superficie, riportando per ciascuna un codice identificativo, la progressiva stradale di progetto ove localizzata l'interferenza, la denominazione del corso d'acqua, ove nota, e la corrispondente opera di attraversamento.

Codice	Denominazione	Progr.	Opera
As(1)m	Fosso Tre Vescovi	16+350	Viadotto Tre Vescovi
As(2)v			
As(3)m	Fosso Calvario		Viadotto Calvario
As(4)v			

**Elenco delle interferenze idrauliche del tracciato**

Tutti i corsi d'acqua esaminati non risultano essere arginati.

Nel seguito, verranno quindi espone le caratteristiche morfologiche generali di tutti bacini idrografici interferiti e le risultanze delle analisi idrologiche condotte, volte a determinare il valore della massima piena da utilizzare per le verifiche di compatibilità idraulica dell'infrastruttura.



Come si desume dallo stralcio precedente, acquisito dalla Carta della Rete di Monitoraggio dei corpi idrici superficiali del Piano di Tutela delle Acque di Regione Umbria, il Fiume Chiascio rientra tra i corpi idrici significativi soggetti a monitoraggio operativo, vedi pallino rosso nello stralcio.

Il corso d'acqua in questione, così come si desume dallo stralcio successivo, è classificato con uno stato di qualità ambientale sufficiente a valle del Lago di Valfabbrica e supposto sufficiente a monte.

**Stato qualità ambientale dei corsi d'acqua significativi (D.Lgs.152/99)**

- elevato
- buono
- sufficiente
- - - supposto sufficiente
- scadente
- - - supposto scadente
- pessimo
- - - supposto pessimo
- non determinato



Dai due stralci successivi si evince come la porzione di sottobacino del Fiume Chiascio ricompresa tra Valfabbrica e Casacastalda, area interessata dall'intervento di realizzazione dell'infrastruttura in progetto, risulta interessata da prelievi per uso acquedottistico ovvero da almeno due sorgenti quali punti di captazione degli acquedotti e da reti acquedottistiche al servizio di tali prelievi per la distribuzione ad

uso destinato al consumo umano.



### Prelievi per uso acquedottistico

— Principali reti acquedottistiche

Punti di captazione

! pozzo/campo pozzi

# sorgente



### Punti di captazione degli acquedotti

- \* pozzo/campo pozzi
- \* sorgente

Ancora, come indicato dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Umbria, si evince che il "Fiume Chiascio: Tutto il tratto monitorato viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale sufficiente. i parametri critici sono rappresentati da *Escherichia coli*, nitrati e COD per tutte e tre le stazioni e da fosforo totale e azoto ammoniacale per le due stazioni localizzate più a valle. La comunità di macroinvertebrati rilevata è tipica, lungo tutto il tratto monitorato, di una terza classe di qualità (ambiente inquinato o comunque alterato)."

Di seguito si riportano le tabelle stralciate dal "RAPPORTO AMBIENTALE E RELAZIONE DI INCIDENZA" del PTA, in cui si evince che dal monitoraggio operativo condotto dall'ARPA Umbria in corrispondenza di stazioni fisse localizzate lungo il corso del Fiume Chiascio emerge una classificazione del S.A.C.A ovvero dello Stato qualità ambientale corsi di acqua significativi (SACA) calcolata a partire dalla caratterizzazione degli indici Stato ecologico (SECA: LIM, e IBE) e Stato chimico, "Sufficiente".

Sottobacino	Corpo idrico	Codice Stazione	Localizzazione	L.I.M.	I.B.E.	S.E.C.A.	S.A.C.A.
Chiascio	Chiascio	CHS1	A valle del lago di Valfabbrica	Livello 2	7	Classe 3	Sufficiente
	Chiascio	CHS2	A monte confluenza Topino - Ponte Rosciano	Livello 3	6	Classe 3	Sufficiente
	Chiascio	CHS3	A monte confluenza Tevere - Ponte Nuovo	Livello 3	6	Classe 3	Sufficiente

**Sottobacino Chiascio**

Corpo idrico	Tipo corpo idrico	Criticità	STATO PTA	OBIETTIVO 2015
Chiascio	Corso d'acqua significativo	Dipendenza delle portate dalla gestione dell'invaso di Valfabbrica Fecalizzazione delle acque Concentrazione di specie azotate, fosforo e COD	Sufficiente	Buono

Tab. 20 – Livello di rischio dei corpi idrici dichiarati significativi o a specifica destinazione ai sensi del D. Lgs. 152/99

Sottobacino	Corso d'acqua	Corpo idrico	Codice corpo idrico	TIPO	Codice Stazione	Stato ambientale* (2006)	Qualità per specifica destinazione* (2006)	Livello di rischio
Alto Tevere	Tevere	Dal confine regionale a T. Certone	N010 01 AF	067_P_SUP_D3_N	TVR1	Sufficiente	Conforme	A rischio
		Da T. Certone a T. Carpina	N010 01 BF	067_P_SUP_D4_N	TVR2	Sufficiente	Conforme	A rischio
		Da T. Carpina a Perugia	N010 01 CF	067_P_SUP_D5_N	TVR3, TVR4	Sufficiente	Conforme	A rischio
		Da Perugia a F. Chiascio	N010 01 DF	067_P_SUP_D5_N	TVR6	Sufficiente		A rischio
	Soara	Intero corso	N010 01 04 AF	067_P_SUP_D2_N	SOA1		Conforme	Non a rischio
Medio Tevere	Tevere	Da F. Chiascio a L. Corbara	N010 01 EF	067_P_SUP_D5_N	TVR5, TVR7	Sufficiente		A rischio
Basso Tevere	Tevere	Da L. Corbara a L. Alviano	N010 01 GF	067_P_SUP_D5_N	TVR8	Sufficiente		A rischio
		Da L. Alviano a F. Nera	N010 01 IF	067_P_SUP_D5_N	TVR9	Sufficiente		A rischio
Chiascio	Chiascio	Dalle origini a T. Sciola	N010 01 15 AF	067_P_SUP_D2_N	-	N.C.		Probabilmente a rischio
		Da T. Sciola a L. Valfabbrica	N010 01 15 BF	067_P_SUP_D3_N	-	N.C.		Probabilmente a rischio
		Da L. Valfabbrica a F. Topino	N010 01 15 DF	067_P_SUP_D3_N	CHS1, CHS2	Sufficiente		A rischio
		Da F. Topino a F. Tevere	N010 01 15 EF	067_P_SUP_D5_N	CHS3	Sufficiente		A rischio

La qualità ambientale del fiume Chiascio viene definita in base ai risultati analitici di 3 stazioni di monitoraggio di cui la prima posizionata a valle della diga di Valfabbrica, la seconda a monte della confluenza con il fiume Topino e la terza a monte della confluenza con il fiume Tevere. Tutto il tratto monitorato viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale sufficiente.

Tra i macrodescrittori, i parametri critici sono rappresentati da Escherichia coli, nitrati e COD per tutte e tre le stazioni e da fosforo totale e azoto ammoniacale per le due stazioni localizzate più a valle.

In particolare, la stazione posizionata a valle della confluenza con il fiume Topino, risente fortemente dell'apporto inquinante di quest'ultimo. Infatti, pur rimanendo il L.I.M. complessivo pari a 3 come nella stazione a monte della confluenza, i parametri azoto ammoniacale e fosforo totale subiscono un sensibile peggioramento. Nella stazione di chiusura del bacino il punteggio L.I.M. è molto vicino alla soglia tra livello 3 e livello 4. Il superamento di tale soglia determinerebbe la classificazione del tratto

come "scadente".

La comunità di macroinvertebrati rilevata è tipica, lungo tutto il tratto monitorato, di una terza classe di qualità (ambiente inquinato o comunque alterato).

Anche considerando i dati relativi ai monitoraggi precedenti (dal 1997 ad oggi), la stazione che presenta le migliori caratteristiche qualitative è quella di Valfabbrica, a valle del Lago omonimo; lo stato peggiora gradualmente più a valle.

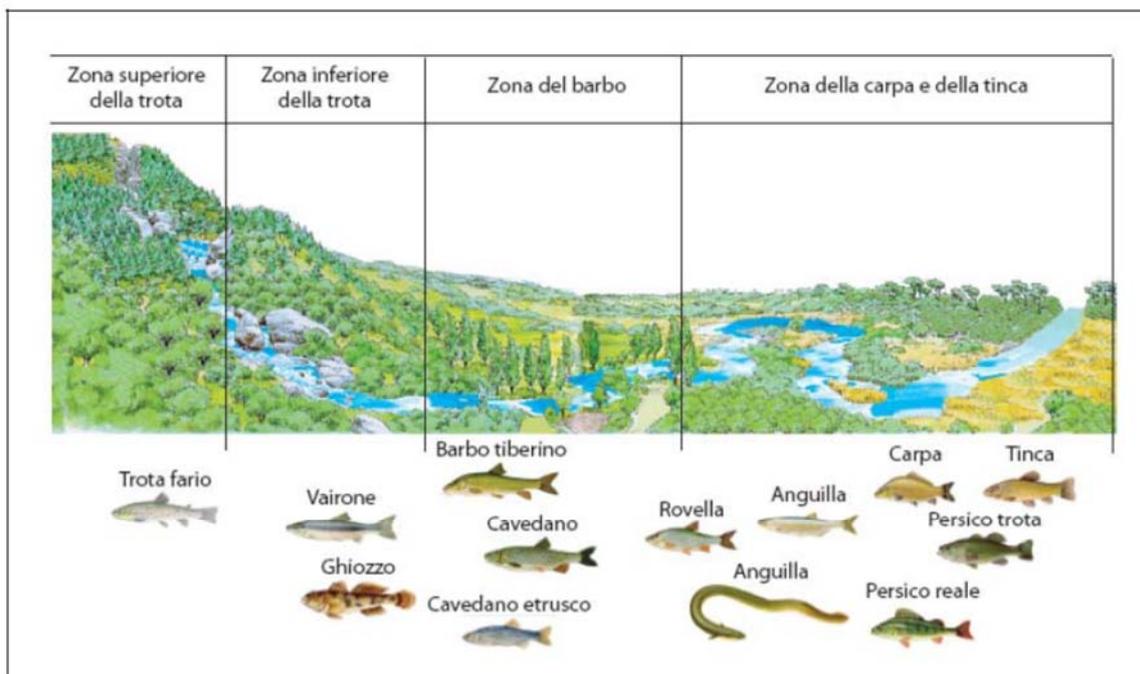


Fig. 82 – Zonazione ittica

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

Tab. 203 – Trattati a trota

Sottobacino	Tratto
Chiascio	Fiume Menotre (Ponte S.Lucia)
Nera	Fiume Nera (Triponzo) Fiume Nera (Piedipaterno) Fiume Corno (confluenza con il fiume Nera) Fiume Vigi (Sellano)
Aniene	Fiume Aniene (Subiaco) *

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

Tab. 204 – Tratti a barbo

Sottobacino	Tratto
Alto Tevere	Fiume Tevere (Gorgabuia) Fiume Tevere (Santa Lucia)
Medio Tevere	Fiume Tevere (Pontenuovo)
Basso Tevere	Fiume Treia (a monte di Civita Castellana)*
Chiascio	Fiume Chiascio (a valle di Valfabbrica) Fiume Topino (Valtopina)
Nestore	Fiume Nestore (Marsciano)
Paglia	Fiume Paglia (Ponte Adunata)

\* Fuori dal territorio regionale

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

### 3.3 Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi

Di seguito è riportato un elenco dei principali riferimenti normativi comunitari, nazionali, regionali con allegata in calce la sintesi dei loro rispettivi contenuti:

#### Normativa Comunitaria

DIRETTIVA 2013/39/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 agosto 2013, che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque Testo rilevante ai fini del SEE

#### DIRETTIVA 2009/90/CE DELLA COMMISSIONE del 31 luglio 2009

Specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Attraverso tale direttiva la commissione Europea fornisce dei criteri e degli standard minimi per la caratterizzazione chimico fisica delle acque, e i requisiti cui dovranno ottemperare i laboratori per garantire l'emissione di standard di qualità conformi alle specifiche dettate dalla presente direttiva.

#### DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2008/105/CE :

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque. Costituisce parziale modifica ai contenuti della direttiva 2000/60 in materia di acque superficiali, e propone nuovi standard di qualità ambientale (Sqa) per alcune sostanze inquinanti prioritarie.

DECISIONE 2001/2455/CE PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO DEL 20/11/2001  
istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (GUCE L 15/12/2001, n. 331).

DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2000/60/CE:

Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Costituisce il quadro di riferimento volto alla tutela della risorsa idrica superficiale interna, sotterranea, di transizione e marina. In essa vengono stabiliti principi ed indirizzi per la sua tutela, il controllo degli scarichi e gli obiettivi per il suo continuo miglioramento in relazione ai suoi usi e alla sua conservazione.

Normativa Nazionale

DECRETO LEGISLATIVO 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque

DECRETO LEGISLATIVO 10 DICEMBRE 2010, N.219:

"Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque".

D.LGS. 23 FEBBRAIO 2010 N. 49

Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

Nell'ambito della normativa nazionale di recepimento della Direttiva (D.Lgs. 23.02.2010 n. 49), il PGRA-AO è predisposto nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui agli articoli 65, 66, 67, 68 del D.Lgs. n. 152 del 2006 e pertanto le attività di partecipazione attiva sopra menzionate vengono ricondotte nell'ambito dei dispositivi di cui all'art. 66, comma 7, dello stesso D.Lgs. 152/2006.

DM AMBIENTE 8 NOVEMBRE 2010, N. 260 (DECRETO CLASSIFICAZIONE):

Costituisce il regolamento recante le metriche e le modalità di classificazione dello stato

dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 Aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3 del medesimo decreto legislativo.

DM AMBIENTE 14 APRILE 2009, N. 56: Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici - Articolo 75, Dlgs 152/2006. Costituisce modifica del testo unico ambientale, nella fattispecie alla parte Terza del medesimo, che vedrà sostituito il suo allegato 1 con quello del presente decreto. I contenuti di detto allegato si riferiscono al monitoraggio e alla classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale, e rendono conto dei contenuti ecologici chimici e fisici minimi per la caratterizzazione dei corpi idrici secondo precisi standard di qualità.

DM AMBIENTE 16 GIUGNO 2008, N. 131 (DECRETO TIPIZZAZIONE): criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, metodologie per l'individuazione di tipi per le diverse categorie di acque superficiali (tipizzazione), individuazione dei corpi idrici superficiali ed analisi delle pressioni e degli impatti.

D.LGS 16 GENNAIO 2008, N. 4: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Dlgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale. Il decreto costituisce l'aggiornamento principale del D.Lgs. 152 del 2006 e modifica anche la parte terza dello stesso relativa alla tutela delle acque; l'integrazione dei due decreti legislativi rappresenta la guideline in materia ambientale del nostro paese.

DLGS 152/2006, TESTO UNICO AMBIENTALE: rappresenta la legge quadro italiana nell'ambito della gestione tutela e protezione dell'ambiente; nella sua PARTE TERZA rende conto degli obiettivi e dei criteri per la gestione della risorsa idrica, stabilendo le linee guida per il suo utilizzo, depurazione, tutela e standard di qualità. Tale Parte sostituisce di fatto i contenuti della precedente normativa (DLgs 152/1999) demandando alle autorità regionali il compito di applicarne le indicazioni.

D.LGS 11 MAGGIO 1999, N. 152 "ABROGATA" Vecchio testo unico in materia di acque da assumere come riferimento per la comprensione dei più recenti aggiornamenti normativi

LEGGE 18 MAGGIO 1989, n. 183: Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. La presente legge ha per scopo di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di

razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi.

### 3.4 Scelta degli indicatori ambientali

Il monitoraggio della componente acque superficiali è condotto con pieno riferimento alle linee guida ministeriali per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.). Uno dei principali riferimenti per la definizione degli indicatori/indici (con relative metriche di valutazione) per valutare l'eventuale compromissione dello stato di qualità del corpo idrico è il DM 260/2010; mentre per i limiti normativi di riferimento per i parametri chimici si utilizza il vigente D.Lgs. 172/15.

Nel caso dei parametri chimici, fisici e chimico fisici si fa riferimento per l'esecuzione delle misure, consistenti in acquisizione del campione, conservazione e trasporto dello stesso al laboratorio con conseguente analisi, al documento 'Metodi analitici per le acque' (APAT CNR-IRSA). Il documento tratta argomenti quali le modalità di campionamento, la qualità del dato, la cromatografia ionica, metalli e composti organometallici, microinquinanti organici e metodi tossicologici. Per il campionamento finalizzato all'acquisizione dei parametri biologici si fa riferimento ai protocolli APAT-MATTM.

Lo stato di qualità dei corpi idrici interferiti dall'opera e l'eventuale pregiudizio sarà valutata monitorando i seguenti parametri.

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

				AMBIENTE 8 Novembre 2010, N. 260 Tab. 4.1.1/d Valori di riferimento IPS e TI per macrotipi fluviali
	Fauna ittica - ISECI			Allegato 1 D.M. AMBIENTE 8 Novembre 2010, N. 260 Sezione B Tabella 1 Comunità ittiche attese nelle 9 aree zoogeografiche
Chimico fisici a sostegno degli elementi biologici	Livello di inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico LIMeco	Giudizio di qualità		Documenti ISPRA Classificazione dello stato ecologico DM 260/2010
	Temperatura	°C	termometria	APAT CNR IRSA 2100 MAN 29 2003
	Potenziale RedOx	mV	Metodo potenziometrico	APHA2580B/ 05
	pH		Potenziometria	APAT CNR IRSA 2060 MAN 29 2003
	Conducibilità elettrica	µS/cm	Conduttimetria	APAT CNR IRSA 2030 MAN 29 2003
	SST	mg/l	Filtrazione a 0,45 µm ed essiccazione a 105°	APAT CNR IRSA 2090 met B MAN 29 2003
Chimici Come da DM 172/2015 (Vedi tabella seguinte)	Stato chimico concentrazioni delle sostanze prioritarie (P), le sostanze pericolose prioritarie (PP) e le rimanenti sostanze (E) Idrocarburi,	µg/l		Tabelle di riferimento 1/a e 1/b di cui al DM 172/2015

	metalli pesanti, ecc.			
Chimici	Ossigeno disciolto	% e mg/l		APAT CNR IRSA 4120
	BOD5	mgO2/l	Determinazione tramite respirometro dell'ossigeno consumato	UNI EN 1899-1:2001
	Durezza totale	mgCaCO3/l	Titolazione complessometrica con acido etilendiamino tetraacetico.	UNI 10505:1996
	Cloruri	mg/l	Titolazione dello ione cloruro con soluzione di nitrato mercurico	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 - Met. 4090 A1
	Escherichia coli	Ufc/10ml	Metodo con membrane filtranti	APAT IRSA (CNR) Metodi analitici per le acque, 29/2003 Met. 7030C
Morfologici	Indice di Qualità Morfologica (IQM)	Giudizio di qualità		ISPRA, IDRAIM - Sistema di valutazione IDRomorfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua, Manuale tecnico - operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua, 2014.

Idraulici	Portata corpo Idrico (mulinello idrometrico o con galleggiante)	mc/sec		UNI EN ISO 748:2008
	Livello idrico	M s.l.m		

Tabella 2 Indicatori ambientali per il monitoraggio delle acque superficiali

Parametri chimici	UdM	Valori soglia SQA MA D.Lgs.172/15	Valori di riferimento D.Lgs 152/06 All.2 Parte III, Tab. 1b)	Valore soglia	Limite di rilevabilità
BOD5 <i>APAT CNR IRSA 5120 Man 29 2003 metodo A e B</i>	mg/l		5	-	1
DOC <i>Apat CNR IRSA 5040 Man 29 2003</i>	mg/l		-	-	
Piombo* <i>EPA 200.8.1999</i>	µg/l	1.2	-	-	0.5
Manganese <i>EPA 200.8.1999</i>	mg/l	-	-	-	1
Calcio <i>Apat CNR IRSA 3130 Man 29 2003</i>	mg/l		-	-	
Zinco <i>EPA 200.8.1999</i>	µg/l	-	300	-	5
Solfati <i>Apat CNR IRSA 3130B Man 29 2003</i>	mg/l	-	-	-	2.5
Cloruri <i>Apat CNR IRSA 4090 Man 29 2003</i>	mg/l	-	-	-	5
Azoto Nitrico <i>Apat CNR IRSA 4040A2 Man 29 2003</i>	mgN/l			-	0.1
Tensioattivi anionici	mg/l	-	0.2	-	0.05

MANDATARIA

 Sintagma

MANDANTE

 GEOTECHNICAL  
DESIGN GROUP



**ICARIA**  
società di ingegneria

<i>Apat CNR IRSA 5170 Man 29 2003</i>					
<i>Tensioattivi non ionici Apat CNR IRSA 5180 Man 29 2003</i>	mg/l	-	0.2	-	0.05
<i>Fosforo totale Apat CNR IRSA 4060A + 4110A1 Man 29 2003</i>	mg/l	Da definirsi in funzione del LIMeco rilevato in AO		-	0.03
<i>Azoto ammoniacale Apat CNR IRSA 4030A1 Man 29 2003</i>	mg/l	Da definirsi in funzione del LIMeco rilevato in AO		-	0.01
<i>Alluminio EPA 200.8.1999</i>	µg/l	-	-	-	5
<i>Arsenico EPA 200.8.1999</i>	µg/l	10	-	-	0.5
<i>Cadmio EPA 200.8.1999</i>	µg/l	0.08-0.25 In funzione della durezza		-	0.01
<i>Cromo totale Apat CNR IRSA 3150B1 Man 29 2003</i>	µg/l	7	-	-	1
<i>Mercurio Apat CNR IRSA 3200A2 Man 29 2003</i>	µg/l	0.07 Valore SQA CMA	-	-	0.007
<i>Rame EPA 200.8.1999</i>	µg/l	-	40	-	1
<i>Ferro Apat CNR IRSA .3020 Man 29 2003</i>	µg/l	-	-	-	10
<i>Nichel* EPA 200.8.1999</i>	µg/l	4	-	-	1
<i>Alifati clorurati cancerogeni APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003</i>		-	-	-	
<i>Clorometano</i>	µg/l	-	-	2.5	0.12

Triclorometano	µg/l	2.5	-	-	0.08
Cloruro di Vinile	µg/l	-	0.5	-	0.17
1,2-Dicloroetano	µg/l	10	-	-	0.04
1,1-Dicloroetilene	µg/l		-	2.5	0.12
Tricloroetilene	µg/l	10	-	-	0.19
Tetracloroetilene	µg/l	10	-	-	0.14
Esaclorobutadiene	µg/l	0.05	-	-	
Alifatici clorurati non cancerogeni					
<i>APAT CNR IRSA 5150 Man 29 2003</i>					
1,1-Dicloroetano	µg/l	-	-	10	0.03
1,2-Dicloroetilene Intesi come somma degli isomeri CIS e TRANS	µg/l	-	-	10	0.06
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	-	-	10	0.10
1,1,1-Tricloroetano	µg/l	-	-	10	0.10
1,2,3-Tricloropropano	µg/l	-	-	10	0.09
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	-	-	10	0.05
Tribromometano	µg/l	-	-	10	0.32
1,2-Dibromoetano	µg/l	-	-	10	0.06
Dibromoclorometano	µg/l	-	-	10	0.05
Bromodiclorometano	µg/l	-	-	10	0.08
Idrocarburi totali	µg/l				
<i>EPA 5021 A + EPA 8015 D</i>	µg/l		-	-	85
Benzene	µg/l	10	-	-	
Toluene	µg/l	5	-	-	
Xileni	µg/l	5	-	-	
Alaclor	µg/l	0.3	-	-	0.02
<i>EPA 8081a/96</i>	µg/l				
Terbutlazina (incluso metabolita)	µg/l	0.5	-	-	0.01

<i>ISTISAN 2000/14</i>					
<i>Metolachlor</i> <i>ISTISAN 2000/14</i>	µg/l		-	-	0.01
<i>Diuron</i> <i>EPA 8081a/96</i>	µg/l	0.2	-	-	0.01
<i>Trifuralin</i> <i>EPA 8081a/96</i>	µg/l	0.03	-	-	0.02
<i>Bentazone</i> <i>ISTISAN 2000/14</i>	µg/l	0.5	-	-	0.01
<i>Linuron</i> <i>ISTISAN 2000/14</i>	µg/l	0.5	-	-	0.01

Tabella 3 Parametri chimici per il monitoraggio delle acque superficiali

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

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

dove BioF = SQA riferimento / SQA sito-specifico.

SQA riferimento corrisponde al valore di SQA biodisponibile stabilito nel D.Lgs. 172/2015 ( $1,2 \mu\text{g L}^{-1}$ ), ad una concentrazione prefissata di  $1,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  DOC, posta come la concentrazione di massima biodisponibilità. L'equazione è utilizzabile nel campo di validità tra 1 e  $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  DOC.

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

- BioMetTool (BMT) disponibile sul sito [www.bio-met.net](http://www.bio-met.net);
- M-BAT, un'applicazione modificata a partire da BMT, disponibile sul sito (<http://www.wfduk.org/resources/rivers-lakes-metal-bioavailability-assessment-tool-m-bat>) dell'Agenzia per l'Ambiente britannica;
- PNEC-Pro, sviluppata da DELTARES, NL, e disponibile sul sito (<http://www.pnec->

[pro.com/](#)) e approvato dal Ministero olandese delle Infrastrutture e dell'Ambiente

### *3.5 Descrizione delle metodologie di campionamento ed analisi*

Per le metodologie di campionamento ed analisi in situ e in laboratorio si dovranno mutuare le metodiche di riferimento riconducibili ai più consolidati criteri di indagine proposti da autorevolissimi istituti di ricerca quali EPA (Environmental protection Agency of United States of America), IRSA (Istituto di Ricerca Sulle Acque), UNICHIM (ente di normazione tecnica operante nel settore chimico federato all'UNI - ente nazionale di UNificazione), ASTM (American Standard Test Method), DIN (Deutsches Institut für Normung) etc.

Il campionamento delle acque deve essere condotto congiuntamente al campionamento degli elementi biologici, in quanto la determinazione dei parametri chimico-fisici di tipo generale sono di supporto all'interpretazione dei risultati ottenuti nel monitoraggio biologico. Questo criterio inoltre risponde alla necessità di ottimizzare costi e risorse umane e di avere una sufficiente raccolta di dati nel tempo e nello spazio.

In generale, il campionamento ambientale deve consentire la raccolta di porzioni rappresentative della matrice che si vuole sottoporre ad analisi. Esso costituisce infatti la prima fase di un processo analitico che porterà a risultati la cui qualità è strettamente correlata a quella del campione prelevato.

L'analisi deve essere finalizzata a:

- verifica del rispetto di limiti normativi;
- definizione della variabilità spaziale e/o temporale di uno o più parametri;
- controllo di scarichi accidentali/occasionali;
- caratterizzazione fisica, chimica, biologica e batteriologica dell'ambiente.

Il campionamento, essendo parte integrante dell'intero procedimento analitico, deve essere effettuato da personale qualificato.

Il prelievo dei campioni di acqua da sottoporre ad analisi di laboratorio dovrà avvenire secondo le scadenze programmate per ciascun presidio.

Il campione viene prelevato immergendo il contenitore in acqua. Il campione deve

essere prelevato in maniera tale che mantenga inalterate le proprie caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche fino al momento dell'analisi e conservato in modo tale da evitare modificazioni dei suoi componenti e delle caratteristiche da valutare.

La quantità da prelevare dal campione per le analisi dipende dalla tecnica analitica e dai limiti di sensibilità richiesti.

Il punto di campionamento deve essere localizzato in una zona del corso d'acqua che non presenti né ristagni né particolari turbolenze.

La tipologia di campionamento che viene adottata rientra nella categoria definita come "campionamento preferenziale o ragionato" che è quello che, attraverso esperienze dirette visive in campo o in base ad esperienze del passato, conoscenza dei luoghi, esperienza dell'operatore, condizioni fisiche locali ed informazioni raccolte permette di definire in modo appunto "ragionato" i siti di prelievo.

La metodologia scelta per il campionamento è quella definita come campionamento "istantaneo"; con tale termine si intende il prelievo di un singolo campione in un'unica soluzione in un punto determinato ed in un tempo molto breve; è da considerarsi rappresentativo delle condizioni presenti all'atto del prelievo e può essere ritenuto significativo per il controllo delle escursioni dei valori di parametri in esame nel caso di analisi lungo il corso d'acqua.

Un fattore che può condizionare la qualità di una misura di un campione ambientale è rappresentato dal fenomeno di "cross-contamination". Con tale termine si intende il potenziale trasferimento di parte del materiale prelevato da un punto di campionamento ad un altro, nel caso in cui non venga accuratamente pulita l'apparecchiatura di campionamento tra un prelievo ed il successivo. È fondamentale pertanto introdurre nell'ambito del processo di campionamento un'accurata procedura di decontaminazione delle apparecchiature (per i sensori ad immersione di campo si provvederà a sciacquare con acqua distillata le sonde). Per conformazione delle rive, talora, potrà essere necessario ricorrere al tradizionale secchio, più volte lavato con il campione stesso.

Il prelievo dei campioni per l'esame microbiologico deve essere effettuato con recipienti puliti e la sterilità è funzione delle determinazioni che devono essere effettuate e del tipo di acqua che si deve analizzare.

Per i prelievi da effettuare per immersione della bottiglia si devono usare bottiglie sterili incartate prima della sterilizzazione e al momento dell'immersione la bottiglia deve essere afferrata con una pinza o con altro idoneo sistema che permetta l'apertura del tappo a comando per mezzo di dispositivi adatti. Le bottiglie utilizzate per prelevare campioni per analisi microbiologiche, non devono mai essere sciacquate all'atto del prelievo.

All'atto del prelievo, la bottiglia sterile deve essere aperta avendo cura di non toccare la parte interna del tappo che andrà a contatto con il campione prelevato, né l'interno del collo della bottiglia; subito dopo il prelievo si deve provvedere all'immediata chiusura della stessa. Nell'eseguire i prelievi si deve sempre avere cura di non riempire completamente la bottiglia al fine di consentire una efficace agitazione del campione al momento dell'analisi in laboratorio.

Per il prelievo, la conservazione ed il trasporto dei campioni per analisi, vale quanto segue:

- i prelievi saranno effettuati in contenitori sterili per i parametri batteriologici;
- qualora si abbia motivo di ritenere che l'acqua in esame contenga cloro residuo, le bottiglie dovranno contenere una soluzione al 10% di sodio tiosolfato, nella quantità di ml 0,1 per ogni 100 ml, di capacità della bottiglia, aggiunto prima della sterilizzazione;
- le bottiglie di prelievo dovranno avere una capacità idonea a prelevare l'acqua necessaria all'esecuzione delle analisi microbiologiche;
- i campioni prelevati, secondo le usuali cautele di asepsi, dovranno essere trasportati in idonei contenitori frigoriferi (4-10°C) al riparo della luce e dovranno, nel più breve tempo possibile, e comunque entro e non oltre le 24 ore dal prelievo, essere sottoposti ad esame.

#### Conservazione del campione

Per ogni singolo campione è innanzitutto necessario che siano garantite la stabilità e l'inalterabilità di tutti i costituenti nell'intervallo di tempo che intercorre tra il prelievo e l'analisi.

I contenitori utilizzati per la raccolta e il trasporto dei campioni non devono alterare il

valore dei parametri per cui deve essere effettuata la determinazione, in particolare:

- non devono cedere o adsorbire sostanze, alterando la composizione del campione;
- devono essere resistenti ai vari costituenti eventualmente presenti nel campione;
- devono garantire la perfetta tenuta, anche per i gas disciolti e per i composti volatili, ove questi siano oggetto di determinazioni analitiche.

Si riporta di seguito l'elenco dei recipienti da utilizzare:

- contenitore in vetro da 1 l per le analisi di solidi sospesi totali, cloruri e solfati;
- contenitore in vetro da 2 l per le analisi degli idrocarburi;
- contenitore in vetro da 1 l per le analisi dei tensioattivi anionici, cationici;
- contenitore in vetro da 1 l per le analisi di COD e azoto ammoniacale;
- contenitore in vetro scuro da 1 l per le analisi di BOD<sub>5</sub>;
- contenitore in polietilene da minimo 500 ml per le analisi di IBE con soluzione di etanolo al 70%;
- contenitore sterile in vetro da 500 ml per le analisi batteriologiche, da non riempire fino all'orlo e da non sciacquare preventivamente (la bottiglia sterile deve essere aperta avendo cura di non toccare la parte interna del tappo che andrà a contatto con il campione prelevato, né l'interno del collo della bottiglia e, subito dopo il prelievo, si deve provvedere alla sua immediata chiusura);
- contenitore in vetro scuro da 1 l per le analisi di diatomee planctoniche.

I contenitori utilizzati devono essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo che riportino tutte le informazioni relative al punto di prelievo.

### *3.6 Scelta delle aree da monitorare*

Il principale criterio per la scelta dei siti di monitoraggio è rappresentato dalla collocazione delle aree di cantiere, la cui attività si profila come potenzialmente impattante sulla componente ambientale acque superficiali. La cantierizzazione della presente infrastruttura richiede la definizione di una strategia operativa che preveda

l'approntamento di cantieri principali e di supporto alle principali opere d'arte (rilevati, trincee, viadotti, e gallerie).

Trascurando le esternalità prodotte dai cantieri provvisori sul fronte di avanzamento dei lavori, si è reputato opportuno procedere ad accertamenti solo nelle area in cui si ritenesse probabile il manifestarsi degli effetti connessi alle attività di costruzione. Tali punti sono materializzati lungo gli attraversamenti dei corsi d'acqua, e tengono conto delle caratteristiche idrologiche, idrauliche ed ambientali rilevabili in loco.

Il presente PMA ha deciso di predisporre delle stazioni di monitoraggio a monte e a valle di ciascuna delle opere d'arte di attraversamento, in modo da comprendere la correlazione spaziale tra i possibili sversamenti e le azioni di progetto.

L'entità degli interventi produrrà notevoli pressioni sul contesto ambientale dell'area, le cui tracce più evidenti saranno rappresentate dall'allestimento delle aree di cantiere e delle piste carrabili ad esse asservite. Ciò porterà allo sbancamento ed allo scotico di aree di argine e golena, innescando potenzialmente dei problemi di lisciviazione e dilavamento dei declivi, e dunque il trasporto di sedimenti ed inquinanti che potrebbero inficiare sulla qualità delle acque superficiali. Non adducendo ulteriori descrizioni sulle dinamiche di degradazione del corso d'acqua, si porrà particolare attenzione nel merito di un ulteriore criticità del progetto, e imputabile alla presenza degli scarichi di troppo pieno delle vasche di trattamento delle acque di piattaforma. Si riporta a seguire il prospetto delle stazioni di monitoraggio selezionate con in calce la criticità rilevata:

punto di monitoraggio	Toponimo	Origine del disturbo
As(1)monte	Fosso Tre Vescovi	Viadotto Tre Vescovi
As(2)valle	Fosso Tre Vescovi	Viadotto Tre Vescovi
As(3)monte	Fosso Calvario	Viadotto Calvario
As(4)valle	Fosso Calvario	Viadotto Calvario

#### Tabella 4 Definizione dei punti di monitoraggio della acque superficiali

##### *3.7 Strutturazione delle informazioni*

L'attività successiva a quella di campo e di laboratorio richiede che tutti i dati siano organizzati e siano inseriti nel SIT al fine di essere analizzati e validati.

Una volta eseguita la campagna di monitoraggio (parametri in situ, trasporto o recapito dei campioni al laboratorio) sarà necessario:

- trasferire sulla scheda di misura informatizzata quanto registrato in campo;
- inviare i dati di campo preliminari (parametri in situ);
- compilare la parte delle scheda di misura relativa alla sezione dedicata alle analisi di laboratorio non appena queste saranno disponibili;
- procedere con la valutazione di eventuali situazioni anomale.

I principali parametri di definizione dello stato ecologico del corpo idrico superficiale consentono la restituzione di informazioni di sintesi facilmente gestibili, rappresentabili e comprensibili da parte dell'intera platea del pubblico interessato. Gli elementi di qualità ambientale definiti a norma di legge (IBE e chimico fisici a sostegno [LIMeco]), che si è scelto in questa sede di mutuare, consentono pur anche dei facili criteri di rappresentazione grafica dei risultati, associando ai diversi standard di qualità tonalità cromatiche prestabilite (rosso, arancione, giallo, verde e blu rispettivamente per livelli di qualità pessimi, scadenti sufficienti, buoni ed elevati).

##### *3.8 Gestione anomalie*

I valori determinati in fase di monitoraggio ante operam saranno il riferimento per le successive misure di:

- corso d'opera, al fine di valutare con tempestività eventuali situazioni anomale;
- post operam, al fine di verificare il mantenimento o il ripristino delle

condizioni iniziali.

I dati rilevati sia dei parametri in situ che di quelli di laboratorio vengono valutati sia per confronto con i limiti normativi, laddove esistenti, sia attraverso un metodo di comparazione monte-valle mediante soglie opportunamente scelte. Con riferimento a quest'ultimo aspetto, un eventuale consistente aumento delle concentrazioni potrebbe far supporre l'avvenuto impatto da parte delle lavorazioni in corso e deve pertanto essere attentamente valutato, al fine di porvi rimedio. La misura dei parametri di monte e di valle deve avvenire nello stesso giorno, in modo pressoché isocrono.

### 3.9 Articolazione temporale del monitoraggio

In generale si prevedono di eseguire rilievi organizzati nelle tre fasi di ante operam, corso d'opera e post operam.

- La fase di ante operam della durata di un anno da concludersi prima dell'inizio della costruzione delle opere in progetto.
- La fase di corso d'opera corrisponde alla **durata effettiva delle lavorazioni previste presso il corso d'acqua interessato**; in tal senso si avranno inizio e fine della fase differenziato per i differenti tratti d'opera.
- La fase di post operam, con inizio differente per ciascun tratto d'opera interessato per la componente acque superficiali, ha durata pari a 2 anni, come da prescrizione CIPE n°21 del 18 marzo 2013.

Tipologia Parametri	Parametri	Frequenza		
		AO 1 anno	CO Durata lavori	PO 2 anni
<b>Biologici</b>		trimestrali	trimestrali	trimestrali
Chimico fisici a sostegno degli elementi biologici	Livello di inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico LIMeco	trimestrali	trimestrali	trimestrali
	Temperatura	trimestrali	bimestrali	trimestrali

	Potenziale RedOx	trimestrali	bimestrali	trimestrali
	pH	trimestrali	bimestrali	trimestrali
	Conducibilità elettrica	trimestrali	bimestrali	trimestrali
	SST	trimestrali	bimestrali	trimestrali
Chimici Come da DM 172/2015	Stato chimico concentrazioni delle sostanze prioritarie (P), le sostanze pericolose prioritarie (PP) e le rimanenti sostanze (E) Idrocarburi, metalli pesanti, ecc.	trimestrali	bimestrali	trimestrali
Chimici	Ossigeno disciolto	trimestrali	bimestrali	trimestrali
	BOD5	trimestrali	bimestrali	trimestrali
	COD	trimestrali	bimestrali	trimestrali
	Durezza totale	trimestrali	bimestrali	trimestrali
	Cloruri	trimestrali	bimestrali	trimestrali
	Solfati	trimestrali	bimestrali	trimestrali
	Escherichia coli	trimestrali	bimestrali	trimestrali
Morfologici	Indice di Qualità Morfologica (IQM)	1 volta		1 volta
Idraulici	Portata corpo Idrico (mulinello idrometrico)	trimestrali	bimestrali	trimestrali
	Livello idrico	trimestrali	bimestrali	trimestrali

Tabella 5 Frequenza monitoraggio acque superficiali

Relativamente a quanto esposto nella tabella soprastante si precisa che la fase di CO è relativa al periodo di effettive lavorazioni che interessano il corso d'acqua

interferito e che pertanto tali frequenze verranno gestite solo nel periodo effettivo di lavorazione su quell'opera.

Si ritiene opportuno attribuire un carattere di flessibilità al Piano, al fine di garantire una maggiore capacità di individuare eventuali impatti legati ad eventi non necessariamente riscontrabili con la frequenza di analisi stabilita alla precedente tabella. Per tale motivo, si prevede la possibilità di integrare gli accertamenti previsti con ulteriori da effettuarsi in corrispondenza di attività/lavorazioni presumibilmente causa di pregiudizio.

### *3.10 Documentazione da produrre*

Nel corso del monitoraggio dovranno essere rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura;
- Relazione di fase AO
- Relazione di fase CO e bollettini trimestrali;
- Relazioni di fase PO;
- Report di segnalazione anomalia.

#### Scheda di misura

E' prevista la compilazione della scheda di misura con gli esiti dei campionamenti in situ e delle analisi di laboratorio.

#### Relazioni di ante operam

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di AO, dovranno essere riportati i risultati delle misurazioni effettuate in tutti i punti di monitoraggio.

#### Relazioni di corso d'opera

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO, saranno redatte relazione di fase e bollettini con frequenza trimestrale.

#### Relazione di post operam

Nella fase di PO, fase di esercizio dell'infrastruttura, dovranno essere riportati i risultati delle misurazioni effettuate in tutti i punti di monitoraggio; si predisporrà una relazione al termine del primo anno e una di fase conclusiva al termine del secondo anno di monitoraggio PO.

## 4 COMPONENTE AMBIENTALE ACQUE SOTTERRANEE

### 4.1 Finalità del lavoro

Gli elementi esposti al presente capitolo si riferiscono al monitoraggio della componente acque sotterranee. Coerentemente con quanto indicano le Linee guida ministeriali, cap. 6.2 revisione del 2015, il monitoraggio deve essere riferito agli ambiti di maggiore sensibilità e vulnerabilità della risorsa idrica, sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo riguardo all'ubicazione/tipologia delle azioni di progetto ed alla natura ed entità dei fattori di pressione/impatto.

### 4.2 Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente

I documenti analizzati per lo studio e il monitoraggio della componente acque sotterranee sono i seguenti:

- Progetto Definitivo/Esecutivo;
- Studio geologico-geomorfologico-idrogeologico di progetto esecutivo;
- Monitoraggi qualità delle acque ARPA Umbria;
- Piano di Tutela delle Acque Regione Umbria.

Come si desume dalla lettura dei documenti di **Progetto Esecutivo** l'area oggetto di studio è interessata prevalentemente dalla presenza della formazione della Marnoso-Arenacea, subordinatamente da depositi fluvio-lacustri e coperture di alterazione, gravitative ed antropiche. Considerando le caratteristiche granulometriche tessiturali e tettoniche delle unità litologiche riscontrate sono stati distinti due complessi idrogeologici discriminabili per caratteristiche litologiche e di permeabilità di seguito descritti:

- Complesso idrogeologico delle coltri eluvio colluviali, dei depositi di frana e dei terreni antropici: il complesso è costituito dalle coltri di disfacimento del substrato e dai termini antropici ed è costituito da corpi prevalentemente limosi. Le litofacies sono caratterizzate da una permeabilità di tipo primario per porosità funzione del fuso granulometrico ma generalmente bassa. Per tale tipo di complesso la

permeabilità, funzione della granulometria, può variare in generale all'interno del seguente range  $K = 1 \times 10^{-6} \div 1 \times 10^{-7}$  m/s.

- Complesso idrogeologico della Marnoso Arenacea a prevalenza pelitica: il complesso è costituito da litofacies prevalentemente marnose e siltose con intercalazioni arenacee e calcarenitiche di spessore da decimetrico a plurimetrico e con rapporto arenaria/pelite variabile da 1/5 a 1/10. Anche in questo caso, come per il complesso precedente la permeabilità, di tipo secondario per fratturazione, è bassa. Tali litofacies reagiscono generalmente agli stress tettonici in modo duttile formando campi di fratture con frequenza elevata ma scarsa persistenza e limitata apertura. In questo complesso la permeabilità può variare in generale all'interno del seguente range  $K = 1 \times 10^{-6} \div 1 \times 10^{-8}$  m/s.

Dalla descrizione sopra esposta è facilmente comprensibile come la circolazione idrica sotterranea nella Marnoso-Arenacea non è mai particolarmente abbondante e spesso limitata a circuiti poco profondi e comunque sempre di modesta entità, se paragonati a quelli presenti in altri litotipi affioranti nella zona Umbro-Marchigiana. Non fa eccezione la zona presa in esame.

I dati freaticometrici in possesso non hanno permesso in generale una ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica della falda superficiale lungo il tracciato; solo in alcune aree il modello ha portato alla ricostruzione delle isofreatiche per la presenza di un maggior numero di dati. Ed in particolare tali aree sono: zona galleria Barcaccia e zona aree in dissesto tra le prog. 15+800 e 16+100. La ricostruzione ha riguardato un'area limitata in prossimità del tracciato stradale.

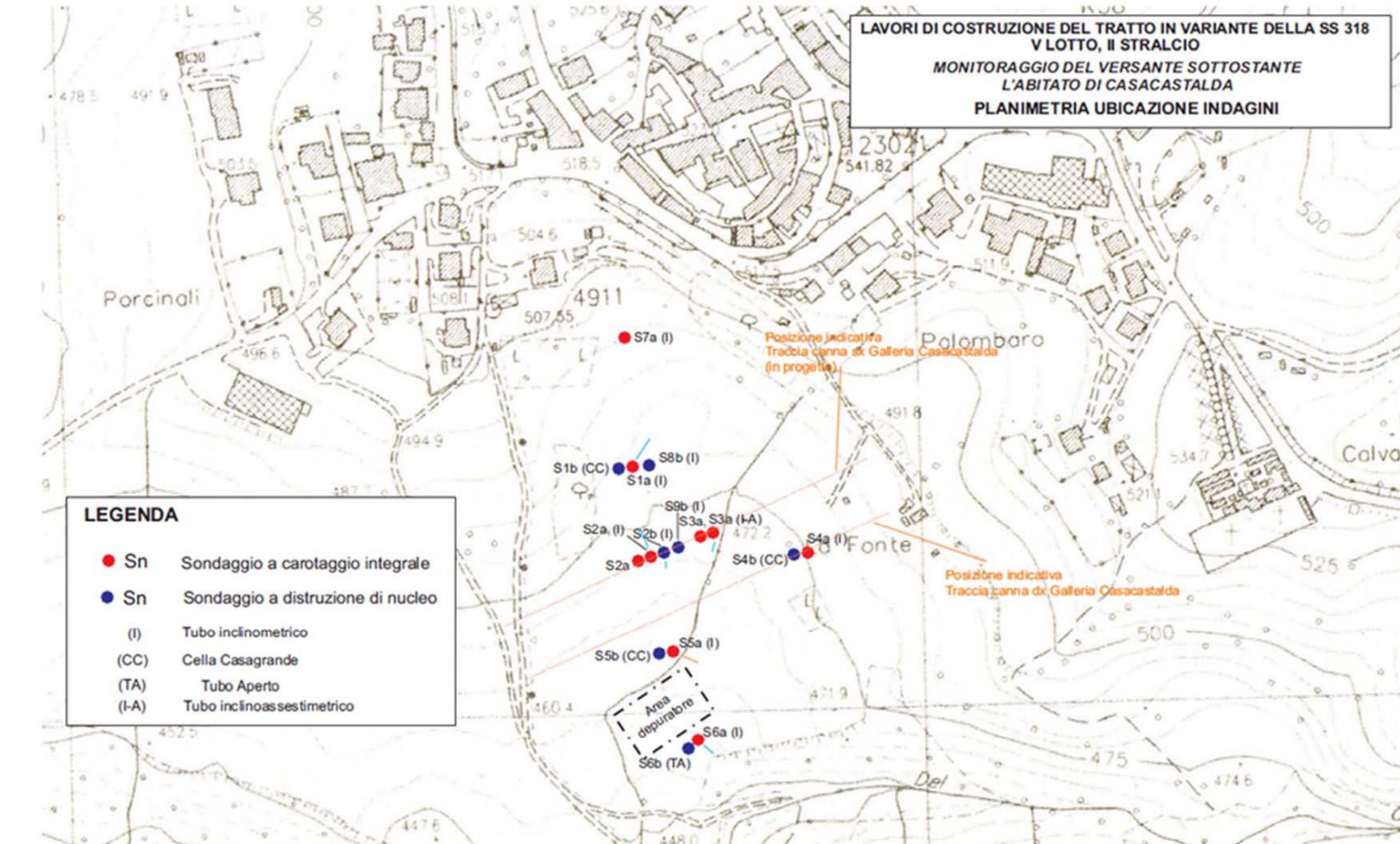
Considerando i dati in possesso non si è attualmente in grado di definire se la superficie piezometrica ricostruita rappresenta lo stato di "morbida". L'analisi di tali dati ha permesso principalmente lo studio delle falde più superficiali mentre non sono stati individuati dati inerenti alla circolazione più profonda, che comunque non interessa mai direttamente il tracciato in progetto.

L'ANAS S.p.A. - Compartimento della Viabilità per l'Umbria con sede in Perugia ha condotto, nel periodo Luglio 2004 - Febbraio 2005, una campagna d'indagine atta alla creazione di una rete di monitoraggio geotecnico del versante

sottostante l'abitato di Casacastalda, nell'ambito dei lavori di costruzione della S.S. 318 di Valfabbrica, tratto in variante da S.S. n° 3 bis, in loc. Lidarno, a Schifanoia, V° Lotto, II° Stralcio.

In particolare, tali indagini hanno riguardato l'area interessata dalla realizzazione della Galleria Casacastalda ed il versante presente a monte. In data 11 Gennaio 2005, è stato iniziato il monitoraggio di due tubi inclinometrici (S5a e S7a) e di 4 tubi piezometrici (S1b, S4b, S5b, S6b); dal 24 Febbraio 2005 il monitoraggio è stato integrato attraverso la lettura anche dei tubi inclinometrici denominati S8b e S9b, eseguiti successivamente. Il monitoraggio è stato effettuato con cadenza di letture di circa 10 gg sino al 10 Febbraio 2005 e successivamente è proseguito con intervalli di misure di circa 15 gg sino al 3 Giugno 2005.

Con l'inizio della stagione estiva, si è iniziato a monitorare gli strumenti con cadenza mensile. Dalla lettura del 21 ottobre 2005, la cadenza è ritornata ad essere quindicinale. La rete di misura, costituita da n. 4 tubi inclinometrici e n. 4 piezometri, ha le seguenti caratteristiche:



INCLINOMETRO	PROFONDITA' STRUMENTO	NUMERO LETTURE
sigla	m	n.
S5a	38.6	39
S7a	28.7	28
S8b	30.0	30
S9b	30.0	30

TUBO PIEZOMETRICO	TIPOLOGIA STRUMENTO	PROFONDITA' STRUMENTO
S1b	C. Casagrande	17.7
S4b	C. Casagrande	19.0
S5b	C. Casagrande	17.5
S6b	Tubo Aperto	7.35

#### Analisi e commento dei dati relativi al monitoraggio in oggetto

- **Tubo inclinometrico S5a**

Il monitoraggio del tubo inclinometrico S5a ha inizio l'11 gennaio 2005 attraverso una sonda SISGEO Mod. S242 e le letture eseguite sino al 24 febbraio del 2005 evidenziano una deformazione del tubo inclinometrico ad una profondità di 15 m da p.c. in direzione SSO con un modulo che può essere stimato in circa 27 mm.

Dal 9 marzo 2005 al 14 aprile 2005, si continua ad osservare un incremento della deformata alla stessa profondità ma con velocità più bassa, tanto da raggiungere alla data del 14 aprile 2005 una deformazione globale di circa 30 mm.

Dalla lettura successiva, sino alla fine del ciclo di monitoraggio (4 novembre 2005), non si osservano ulteriori deformazioni. Il 5 agosto 2005 la lettura è stata eseguita utilizzando sia la centralina d'acquisizione mod. C900U, sia la centralina d'acquisizione mod. Archimede. Quest'ultima è stata poi usata sino alla fine del monitoraggio in oggetto.

- **Tubo inclinometrico S7a**

Il monitoraggio del tubo inclinometrico S7a ha inizio l'11 gennaio 2005 attraverso una sonda SISGEO Mod. S242 e la prima lettura d'esercizio, del 21 gennaio 2005, non evidenzia deformazioni; quelle successive, invece, sino al 6 maggio 2005, evidenziano una deformazione del tubo inclinometrico ad una profondità di 4 m da p.c., con direzione SSE e un modulo totale che può essere stimato in circa 57 mm.

Dalla lettura successiva, sino al 5 agosto 2005, non si osservano ulteriori deformazioni. Dal 6 settembre 2005, sino alla fine del monitoraggio si rileva

nuovamente un incremento della deformazione, con velocità estremamente più bassa, sino a raggiungere un modulo totale di circa 60 mm. Il 5 agosto 2005 la lettura è stata eseguita utilizzando sia la centralina d'acquisizione mod. C900U, sia la centralina d'acquisizione mod. Archimede. Quest'ultima è stata poi usata sino alla fine del monitoraggio in oggetto. 3

- **Tubo inclinometrico S8b**

Il monitoraggio del tubo inclinometrico S8b ha inizio il 24 febbraio 2005 attraverso una sonda SISGEO Mod. S242 e le letture eseguite sino al 6 maggio 2005 evidenziano una deformazione del tubo inclinometrico ad una profondità di 6 m da p.c. in direzione ESE con un modulo che può essere stimato in circa 12 mm.

Dalla lettura successiva, sino alla fine del ciclo di monitoraggio (4 novembre 2005), non si osservano ulteriori deformazioni.

Il 5 agosto 2005 la lettura è stata eseguita utilizzando sia la centralina d'acquisizione mod. C900U, sia la centralina d'acquisizione mod. Archimede. Quest'ultima è stata poi usata sino alla fine del monitoraggio in oggetto.

- **Tubo inclinometrico S9b**

Il monitoraggio del tubo inclinometrico S9b ha inizio il 24 febbraio 2005 attraverso una sonda SISGEO Mod. S242 e le letture eseguite sino al 3 giugno 2005 evidenziano una deformazione del tubo inclinometrico ad una profondità di 9 m da p.c., con direzione S e con un modulo totale che può essere stimato in circa 13 mm.

Dalla lettura successiva, sino al 5 agosto 2005, non si osservano ulteriori deformazioni. Dal 6 settembre 2005, fino alla fine del monitoraggio, si ha un nuovo incremento della deformazione sino a raggiungere un modulo totale pari a circa 19 mm.

Il 5 agosto 2005 la lettura è stata eseguita utilizzando sia la centralina d'acquisizione mod.

C900U, sia la centralina d'acquisizione mod. Archimede. Quest'ultima è stata poi usata sino alla fine del monitoraggio in oggetto.

- **Tubo piezometrico S1b**

Il monitoraggio della cella Casagrande ha inizio l' 11 gennaio 2005 con la stessa cadenza di letture della strumentazione inclinometrica.

Le letture permettono di evidenziare la presenza di una falda direttamente legata ai cicli meteorici stagionali che risente, delle variazioni del regime delle piogge in modo non costante.

Dal gennaio 2005, sino al maggio 2005 si osserva un livello piezometrico prossimo a piano campagna, mentre, dalla lettura successiva, sino a quella del 21 ottobre 2005, il livello oscilla tra 1 e 2 m da p.c., tornando al disopra di 1 m da p.c. nell'ultima lettura

eseguita. A fronte di variazioni anche importanti nel regime delle piogge non si osservano comunque oscillazioni di rilievo della quota piezometrica.

Nel febbraio 2005 si è rilevata l'occlusione del presente piezometro, ciò ha portato ad una mancanza di dati dal 10 febbraio 2005 a 9 marzo 2005. Dal ciclo successivo, operazioni in campagna hanno permesso di liberare il tubo S1b e ripristinare la corretta funzionalità dello strumento. Una nuova occlusione è stata riscontrata in data 5 agosto 2005, si è comunque continuato a monitorare lo strumento pur non essendo sicuri del corretto funzionamento dello stesso.

- **Tubo piezometrico S4b**

Il monitoraggio della cella Casagrande ha inizio l' 11 gennaio 2005 con la stessa cadenza di letture della strumentazione inclinometrica. Le letture permettono di evidenziare la presenza di una falda direttamente legata ai cicli meteorici stagionali che risente delle variazioni del regime delle piogge in modo non costante. Il trend di variazione del livello piezometrico misurato è simile a quello osservato in S1b anche se di entità minore; si osserva, infatti, un valore sempre molto prossimo al piano di campagna che non scende mai al disotto di 0.6 m da p.c.

Anche in questo caso quindi, a fronte di variazioni anche importanti nel regime delle piogge, non si osservano comunque oscillazioni di rilievo della quota piezometrica. Nel febbraio 2005 si è rilevata l'occlusione del presente piezometro ciò ha portato ad una mancanza di dati dal 10 febbraio 2005 a 9 marzo 2005. Dal ciclo successivo, operazioni in campagna hanno permesso di liberare il tubo S1b e ripristinare la corretta funzionalità dello strumento. Una nuova occlusione è stata riscontrata in data 5 agosto 2005, si è comunque continuato a monitorare lo strumento pur non essendo sicuri del corretto funzionamento dello stesso.

- **Tubo piezometrico S5b**

Il monitoraggio della cella Casagrande ha inizio l' 11 gennaio 2005 con la stessa cadenza di letture della strumentazione inclinometrica. Le letture permettono di evidenziare la presenza di una falda direttamente legata ai cicli meteorici stagionali, che risente delle variazioni del regime delle piogge in modo non costante.

Dal gennaio 2005, sino al maggio 2005 si osserva un livello piezometrico prossimo a piano campagna (> 0.5 m da p.c.) mentre, dalla lettura successiva, sino all'agosto 2005 si ha un decremento del livello sino a circa 1,3 m da p.c. , successivamente si rileva un progressivo nuovo innalzamento fino a circa 0.8 m da p.c. .

Anche in questo caso, a fronte di variazioni anche importanti nel regime delle piogge non si osservano comunque oscillazioni di rilievo della quota piezometrica.

- **Tubo piezometrico S6b**

Il monitoraggio del tubo aperto ha inizio l' 11 gennaio 2005 con la stessa cadenza di letture della strumentazione inclinometrica.

Le letture evidenziano un livello di falda piuttosto costante, prossimo a circa 3.3 m da p.c., che non sembra risentire delle variazioni pluviometriche durante l'intero periodo di monitoraggio.

I dati derivanti dal monitoraggio geotecnico in oggetto hanno permesso di evidenziare la presenza di un dissesto interessante l'area monitorata.

Le informazioni acquisite indicano la presenza di superfici di scivolamento con profondità variabile da 4 a 15 m da p.c., con orientamento generale verso S ma che in realtà varia da strumento a strumento tra ESE e SSO.

La massima deformazione misurata è stata quella in corrispondenza della tubazione S7a, pari a circa 60 cm; nel periodo che va dall'11 gennaio 2005 al 4 novembre 2005, si è quindi riscontrata una velocità di deformazione media pari a circa 6 mm/mese.

Interessante osservare comunque che, in tutti gli strumenti, la maggior parte del movimento è avvenuto nel periodo che va dal gennaio al maggio 2005

Il movimento quindi non risulta costante nel tempo ma sembra essere profondamente legato alle variazioni del regime delle piogge, con momenti di stasi in corrispondenza dei periodi scarsamente piovosi ed accelerazioni successivamente ad intense piogge. I rapporti tra livello piezometrico e piogge sono osservabili nei grafici allegati.

Per quanto riguarda i contenuti del Piano di Tutela delle Acque della Regione Umbria si rileva che l'intervento rientra nell'ambito dell'acquifero **Valle Umbra** che è ospitato nella valle omonima e che si sviluppa nella fascia centro occidentale della regione, con estensione di circa 330 km<sup>2</sup>. La valle è compresa tra i rilievi occidentali dei monti Martani e quelli orientali del monte Subasio, monti di Foligno e Spoleto.

Il drenaggio superficiale dell'intera valle avviene nella zona nord occidentale attraverso il fiume

Chiascio. Il settore settentrionale dell'area ricade nel sottobacino del fiume **Chiascio**, mentre la

parte restante è compresa all'interno del sottobacino del suo affluente Topino (sottobacino Topino-Marroggia).

L'andamento della piezometria mostra che le principali linee di flusso sono in genere parallele alle direzioni del deflusso superficiale e alle direzioni di sviluppo dei principali corpi sedimentari (paleoalvei).

Gran parte delle aste fluviali vengono alimentate dalla falda.

Nel settore centrale, l'andamento della piezometrica indica che le acque che circolano nella conoide del paleo Topino vanno ad alimentare l'acquifero artesiano di Cannara, fluendo al di sotto della copertura a bassa permeabilità. All'altezza della confluenza del T. Chiona e dell'abitato di Bevagna si hanno le prime evidenze di condizioni di falda confinata. In questa area il flusso sotterraneo si separa andando ad alimentare la falda epidermica freatica e la profonda in pressione. All'altezza di Cannara le quote piezometriche dei due acquiferi si differenziano in modo significativo.

Nella zona in destra del Chiascio, il campo pozzi di Petrignano, in funzione dal 1975, ha prodotto una depressione che è risultata, nel tempo, in continua espansione con abbassamenti consistenti della superficie piezometrica nel settore meridionale della valle.

La Valle Umbra è caratterizzata dalla presenza di un sistema acquifero freatico complesso all'interno del quale vengono distinti quattro settori tutti classificati in qualità scadente; Il settore di Petrignano d'Assisi è caratterizzato da un significativo impatto antropico sia di tipo quantitativo che qualitativo, che ha portato da una parte ad un evidente disequilibrio della falda (classe C) dall'altra ad una diffusa compromissione delle caratteristiche idro-chimiche delle acque. La compromissione dell'acquifero è molto forte in tutta l'area in destra idrografica del Chiascio (classe 4), sensibile ma più moderata nell'area in sinistra (classe 3).

Tra i macrodescrittori il problema più diffuso è la contaminazione da nitrati. La loro concentrazione media è quasi sempre superiore a 50 mg/l (con valori massimi superiori a 100 mg/l) nell'area in destra idrografica del Chiascio, ed è compresa tra 25 e 50 mg/l in sinistra idrografica del fiume. Concentrazioni inferiori si rilevano solo in prossimità del fiume.

Per quanto riguarda i microinquinanti, si evidenziano alcune criticità legate alla presenza di prodotti fitosanitari e composti organo alogenati volatili.

Il margine orientale della valle è caratterizzato dalle formazioni carbonatiche della Serie Umbro- Marchigiana che sono a contatto con i depositi alluvionali in genere mediante interposizione di spesse coltri detritiche. Queste forniscono una consistente ricarica laterale all'acquifero

I depositi alluvionali della Valle Umbra presentano caratteristiche fortemente variabili arealmente. Si possono individuare alcuni settori caratterizzati dalla presenza di depositi permeabili con spessori elevati (100-200 metri).

Nella parte settentrionale della Valle in destra del fiume Chiascio si trovano i depositi del paleo

Chiascio con spessori superiori a 100 metri. Questi sono caratterizzati da livelli ghiaiosi interdigitati a livelli più fini e sono sede di uno degli acquiferi più importanti della regione: l'Acquifero di Petrignano d'Assisi. Tale acquifero, nella parte a nord di Petrignano d'Assisi, ha uno spessore ridotto ed è in condizioni freatiche, mentre, a partire dall'altezza del centro abitato, aumenta il suo spessore e si ha una situazione multifalda con condizioni semiconfinate degli orizzonti acquiferi inferiori. In sinistra del fiume ad ovest della struttura del Monte Subasio sono presenti i depositi a granulometria variabile della paleoconoide del torrente Tescio. Più a sud, si evidenziano lungo il margine orientale depositi alluvionali permeabili in superficie nella zona prospiciente l'abitato di Assisi e nella zona di Spello, costituiti essenzialmente da ghiaie e sabbie con intercalazioni irregolari di limi ed argille. La parte centro-occidentale, invece, è caratterizzata dalla presenza di una copertura di terreni fini con spessori gradualmente crescenti verso nord ovest (fino a massimi di circa 30 metri), al di sotto dei quali si trovano i depositi permeabili, sede di un acquifero in pressione: l'Acquifero di Cannara. Tale acquifero è in contatto laterale con la falda freatica sia lungo il suo margine orientale sia lungo il margine occidentale.

Tab. 141 - Corpi idrici sotterranei significativi

Sottobacino	Tipo acquifero	Acquifero
Alto Tevere	Alluvionale freatico	Alta Valle Tevere
Alto Tevere	Alluvionale freatico	Conca Eugubina
Chiascio		
Nera	Alluvionale freatico	Conca Ternana
Alto Tevere	Alluvionale freatico	Media Valle Tevere Nord
Alto Tevere	Alluvionale freatico	Media Valle Tevere Sud
Medio Tevere		
Nestore		
Chiascio	Alluvionale freatico	Valle Umbra
Topino Marroggia		
Topino Marroggia		
Topino Marroggia	Alluvionale confinato	Valle Umbra-Cannara
Chiascio	Carbonatico	Monte Cucco
T.A.M.A.		
Nera	Carbonatico	Monti della Valnerina
Topino Marroggia	Carbonatico	Monti delle Valli del Topino e Menotre
Medio Tevere	Carbonatico	Monti di Narni e d'Amelia
Basso Tevere		
Nera		
Medio Tevere	Carbonatico	Monti Martani
Topino Marroggia		
Nera		
Alto Tevere	Carbonatico	Monti di Gubbio
Chiascio		

Nel 1998, nell'ambito del Progetto Interregionale PRISMAS, è stata istituita la rete di monitoraggio in discreto dei principali corpi idrici sotterranei alluvionali e carbonatici della regione. Su tale rete, nel periodo 1998-1999 sono state effettuate campagne di monitoraggio qualitativo e quantitativo a cadenza trimestrale. Con l'emanazione del D. Lgs. 152/99 e sulla base delle indicazioni emerse dal Documento di Aggiornamento del Piano Regionale di Risanamento delle Acque, la rete è stata ottimizzata e adottata come rete regionale di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei significativi ai fini della definizione degli obiettivi di qualità ambientale. Nel 2001, inoltre, sono state istituite due reti di monitoraggio quantitativo in continuo dei corpi idrici sotterranei. La prima, che riguarda le principali emergenze puntuali delle strutture carbonatiche e del vulcanico, è costituita da 12 stazioni per la misura in continuo delle portate; la seconda, interessante prevalentemente gli acquiferi alluvionali, è costituita da 20 stazioni per la misura in continuo del livello piezometrico su pozzi e piezometri. Tali reti sono in fase di ampliamento con inserimento di altre stazioni

a copertura di settori di acquifero non ancora monitorati.

Tab. 161 - Reti di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei significativi

Tipo acquifero	Denominazione Corpo Sotterraneo	Sottobacino	Stazioni di monitoraggio			
			Rete in discreto		Rete in continuo	
			n. stazioni	di cui in ZV	n. punti attivi	n. punti da attivare
Alluvionale freatico	Alta Valle Tevere	Alto Tevere	16	8	2	3
	Conca Eugubina	Alto Tevere	9	4	1	-
		Chiascio	9	2	-	1
	Conca Ternana	Nera	31	-	3	2
	Media Valle Tevere Nord	Alto Tevere	8	-	-	-
		Alto Tevere	7	6	-	-
	Media Valle Tevere Sud	Medio Tevere	22	15	2	1
		Nestore	2	1	-	-
	Valle Umbra	Chiascio	18	7	1	2
		Topino Marroggia	57	32	2	5
Alluvionale in pressione	Cannara (Valle Umbra)	Topino Marroggia	13	2	2	2
		Chiascio	1	-	-	3
Carbonatico	Monte Cucco	Potenza	1	-	1	-
		Topino Marroggia	8	-	5	4
	Monti di Gubbio	Alto Tevere	1	-	1	-
		Chiascio	1	-	-	-
	Monti Martani	Nera	-	-	-	1
	Monti della Valnerina	Nera	4	-	5	1
	Monti di Narni e d'Amelia	Medio Tevere	-	-	1	1
		Nera	-	-	-	1
Vulcanico	Vulcanico Orvietano	Paglia Chiani	13	-	3	-
<b>Totale</b>			<b>221</b>	<b>77</b>	<b>29</b>	<b>27</b>

Di seguito le principali caratteristiche e peculiarità del sottobacino Chiascio così come desunte dal PTA.

1.2.4 Sottobacino Chiascio

a) Criticità: raggiungimento/mantenimento Obiettivi di Qualità Ambientale dei corpi idrici significativi

Fiumi e canali	<b>FIUME CHIASCIO</b> Stato di qualità ambientale: sufficiente in tutto il tratto monitorato. Aspetti quantitativi: dipendenza dalla futura gestione dell'invaso di Valfabbrica Aspetti qualitativi: Parametri critici: eccessiva fecalizzazione delle acque ( <i>Escherichia coli</i> ), nitrati e COD in tutto il tratto monitorato, fosforo totale e azoto ammoniacale nel tratto di valle. Tratto finale al limite dello stato di qualità scadente. Forte influenza negativa dell'ingresso del sistema Topino-Marroggia
Laghi e invasi	<b>INVASO DI VALFABBRICA:</b> non ancora funzionante, diventerà corpo idrico significativo e a specifica destinazione – uso potabile
Corpi idrici sotterranei	<b>ALLUVIONALE: CONCA EUGUBINA</b> (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di Qualità Ambientale: Sufficiente Stato quantitativo: Non si evidenziano criticità (classe B) Stato chimico: Elevato tenore in nitrati (superiore 25 mg/l) e presenza diffusa e persistente di composti organo alogenati volatili (tetracloroetilene) in basse concentrazioni, locale presenza di fitosanitari <b>ALLUVIONALE: VALLE UMBRA: SETTORE DI PETRIGNANO D'ASSISI</b> Stato di Qualità Ambientale: Scadente Stato quantitativo: evidente disequilibrio della falda indotto da eccessivi prelievi uso potabile Stato chimico: diffusa contaminazione sia da nitrati (concentrazioni > 50 mg/l con massimi > 100 mg/l) che da composti organo alogenati volatili (tetracloroetilene, triclorobenzene, 1,1,1 tricloroetano), locale presenza di fitosanitari <b>CARBONATICO: MONTI DI GUBBIO</b> (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di Qualità Ambientale: Scadente Stato quantitativo: Condizioni di disequilibrio che non consentono la sostenibilità degli attuali prelievi Stato chimico: nessuna criticità osservata <b>CARBONATICO: MONTE CUCCO</b> Stato di Qualità Ambientale: Elevato Stato quantitativo: nessuna criticità conosciuta; prelievi potabili elevati da emergenze sorgentizie rispetto al deflusso naturale. Stato chimico: nessuna criticità conosciuta

b) Criticità: raggiungimento/mantenimento conformità per le acque superficiali a specifica destinazione

Uso potabile:	<b>INVASO DI VALFABBRICA:</b> destinazione prevista; l'invaso non è ancora operante, pertanto non monitorabile
Balneazione:	-
Vita dei Pesci:	-

c) Criticità: Aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento

Aree Sensibili	Intera superficie ricadente nel bacino idrografico del Lago di Alviano, corpo idrico con eccessivo tenore in fosforo apportato dal fiume Tevere. Ne deriva la necessità di abbattere il contributo in fosforo prodotto dal sottobacino che contribuisce al carico complessivo del Tevere
Zone Vulnerabili da nitrati di origine agricola	<b>CONCA EUGUBINA</b> (porzione ricadente nel sottobacino): Settore di Gubbio: zona vulnerabile da nitrati di origine agricola di estensione 650 ha <b>VALLE UMBRA</b> (porzione ricadente nel sottobacino): zona vulnerabile da nitrati di origine agricola (che comprende la zona di Petignano) in destra idrografica del Chiascio di estensione 5.641 ha
Zone Vulnerabili da prodotti fitosanitari	<b>CONCA EUGUBINA</b> (porzione ricadente nel sottobacino): individuate alcune positività <b>VALLE UMBRA</b> (porzione ricadente nel sottobacino): individuata una zona critica con varie positività nelle zone dove le falde sono meno profonde e consistenti
Aree di salvaguardia e zone di riserva	Difficoltà di perimetrazione per quelle degli acquiferi alluvionali

d) Criticità quantitative della risorsa idrica

Consumi e Prelievi	Scarsità di risorsa irrigua superficiale nell'anno mediamente siccitoso, con incremento dei prelievi da acque sotterranee. Fino all'entrata in esercizio dell'invaso di Valfabbrica, l'obbligo del rispetto e dei DMV potrebbe comportare un incremento dei prelievi dalle falde per compensare le minori risorse prelevabili da corsi d'acqua per uso irriguo. Problematiche legate agli eccessivi prelievi per l'alimentazione dell'acquedotto nel Campo pozzi di Petrignano d'Assisi, che determinano disequilibrio della falda (forti depressioni piezometriche), modifica della idrodinamica dell'acquifero e dei rapporti fiume-falda, e conseguente richiamo in falda di inquinanti. Possibile diminuzione della ricarica dell'acquifero da parte del Chiascio in caso di rilasci ridotti dall'invaso di Valfabbrica.
Perdite acquedotti	Valore delle perdite in rete elevato (mediamente 40%) con valori ancora più elevati per Gubbio e Gualdo Tadino.
Riutilizzo in agricoltura e nell'industria	Nessun sistema di riutilizzo presente
Bilancio idrico	-
Minimo deflusso vitale (DMV)	Per l'asta del Chiascio si hanno criticità praticamente assente rispetto alla $Q_{60}$ , e una significativa criticità rispetto alla $Q_{01}$

e) Criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi

Componenti del carico sversato in corpo idrico superficiale	BOD da scaricatori di piena delle reti fognarie (32%) e dalle eccedenze rispetto alla capacità depurativa dei depuratori (22%) Azoto da fonti di carico diffuso, agricolo (45%) e zootecnica (29%), Fosforo da fonte agricola (24%), particolarmente importante, se confrontato con il dato regionale, il contributo dei depuratori (27%) e delle loro eccedenze rispetto alla capacità depurativa (9%).
Reti fognarie	Copertura fognaria: Sistema fognario di tipo misto, AE serviti da fognatura pari all' 83% degli AE nominali Criticità legata alla bassa copertura fognaria degli agglomerati di consistenza inferiore a 2.000 AE.
Depurazione civile	Copertura depurativa: AE nominali serviti da depurazione pari al 79%. Criticità legata agli agglomerati con consistenza minore dove frequentemente le reti fognarie non sono collegate a impianti di depurazione.
Carichi e scarichi produttivi	Rischio potenziale correlato all'emissione di inquinanti

f) Altre criticità

Utilizzazioni agronomiche di letami, reflui e fanghi	Difficoltà di smaltimento dei reflui suinicoli legata alla carenza di superfici autorizzate alla fertirrigazione (Superficie autorizzata alla fertirrigazione 1004 ha sup. necessaria 1400 ha). Tale carenza aumenterà a seguito dell'applicazione delle norme contenute nella Disciplina per lo smaltimento dei reflui zootecnici. Altro problema è la concentrazione di queste aree in uno stesso tratto di Valle Umbra a servizio del depuratore zootecnico.
Scaricatori di piena, acque di prima pioggia	Nessun sistema di trattamento presente. Superficie impermeabile 1.512 ha che si stima rilasci un carico di 360 t/anno di BOD <sub>5</sub> , 39 t/anno di azoto e 12 t/anno di fosforo. Agglomerati >10.000 A.E.. Assisi-Bastia: sup. impermeabile complessiva 922 ha parzialmente ricadenti nel sottobacino Gubbio escluso zona Mocaiana e Raggio sup. impermeabile 378 ha prevalentemente ricadenti nel sottobacino Fossato di Vico – Gualdo Tadino: sup. impermeabile 272 ha
Dighe e derivazioni idriche	Gestione plurima dell'invaso di Valfabbrica: la portata di rilascio deve garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici a valle
Aree di pertinenza fluviale e lacuale	Carenti generalmente lungo l'asta del Chiascio nelle zone di pianura

### *4.3 Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici*

La presente sezione è dedicata alla ricostruzione del corpo normativo in materia di gestione e monitoraggio delle acque sotterranee. Di seguito è riportato un breve catalogo dei principali riferimenti normativi (comunitari, nazionali e regionali) con allegata la sintesi dei loro contenuti:

#### **Normativa Comunitaria**

##### DIRETTIVA 2009/90/CE DELLA COMMISSIONE del 31 luglio 2009:

Specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

##### DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2008/105/CE:

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque.

##### DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2006/118/CE:

Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

La direttiva istituisce misure specifiche per prevenire e controllare l'inquinamento delle acque sotterranee, ai sensi dell'articolo 17, paragrafi 1 e 2, della direttiva 2000/60/CE. Queste misure comprendono in particolare:

- a) criteri per valutare il buono stato chimico delle acque sotterranee;
- b) criteri per individuare e invertire le tendenze significative e durature all'aumento e per determinare i punti di partenza per le inversioni di tendenza.

Questa integra le disposizioni intese a prevenire o limitare le immissioni di inquinanti nelle acque sotterranee, già previste nella direttiva 2000/60/CE e mira a prevenire il deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici sotterranei.

##### DECISIONE 2001/2455/CE PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO DEL 20/11/2001

Istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE.

(GUCE L 15/12/2001, n. 331).

##### DIRETTIVA PARLAMENTO EUROPEO E CONSIGLIO UE 2000/60/CE:

Quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

DIRETTIVA CONSIGLIO UE N. 80/68/CEE:

Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose - Testo consolidato.

Normativa Nazionale

DM AMBIENTE 8 Novembre 2010, N. 260 (Decreto Classificazione): Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali.

DM AMBIENTE 14 APRILE 2009, N. 56:

Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici - Articolo 75, Dlgs 152/2006. Costituisce modifica del testo unico ambientale, nella fattispecie alla parte Terza del medesimo, che vedrà sostituito il suo allegato 1 con quello del presente decreto.

DLGS 16 MARZO 2009, N. 30:

Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

DLGS 16 GENNAIO 2008, N. 4:

Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Dlgs 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.

DLGS 152/2006, TESTO UNICO AMBIENTALE:

Il Testo unico ambientale rappresenta la legge quadro italiana nell'ambito della gestione tutela e protezione dell'ambiente; nella sua PARTE TERZA rende conto degli obiettivi e dei criteri per la gestione della risorsa idrica, stabilendo le linee guida per il suo utilizzo, depurazione, tutela e standard di qualità.

#### 4.4 Scelta degli indicatori ambientali

Il filo conduttore per la definizione dei parametri per il monitoraggio delle acque sotterranee mutuerà anche in questo caso le indicazioni del cap. 6.2 rev. 2015 delle Linee guida ministeriali per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a VIA e ai rimandi normativi a cui si fa specifico riferimento nelle stesse. Le principali indicazioni per la caratterizzazione delle acque sotterranee si riferiscono ad analisi quantitative e chimiche.

Dal punto di vista quantitativo si dovrà garantire la conservazione dei livelli di

falda a lungo termine, in modo che la risorsa idrica non incorra in un depauperamento incompatibile con gli obiettivi di qualità, o non permetta la conservazione degli ecosistemi da essa sostenuti.

Altro aspetto del monitoraggio dei corpi idrici sotterranei si riferisce al loro contenuto chimico ed in particolare alla preservazione degli standard di qualità derivati da disposizioni normative.

Lo studio di impatto ambientale, e come riportato al precedente paragrafo, sottolinea che alla luce della vulnerabilità integrata e della presenza di estesi tratti di tracciato stradale in galleria sviluppati in ammassi rocciosi calcarei ed alternativamente all'aperto, in prossimità di corsi d'acqua vallivi principali con ridotta soggiacenza della falda, si può ritenere che l'opera determina le condizioni per prevedere un impatto significativo sugli acquiferi presenti lungo il tracciato.

Per tale motivo si impone un'indagine sugli indicatori più rappresentativi delle caratteristiche degli acquiferi, ed in particolare sui punti d'acqua contermini al tracciato; per essi si dovranno effettuare sia misura quantitative che analisi chimiche in modo da determinare l'entità dell'impatto.

Il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei, coerentemente alle Linee Guida ministeriali, dovrà essere esteso alle sorgenti e ai pozzi presenti nelle aree potenzialmente interferite dall'opera.

Il censimento e il sopralluogo delle sorgenti effettuati durante l'attività di indagine per la progettazione definitiva, hanno permesso di selezionare le sorgenti significative, includendo tra di esse sia quelle caratterizzate da portata elevata, sia quelle di minore importanza idraulica ma la cui qualità chimica deve prioritariamente essere preservata in quanto, captata a scopo idropotabile o ad esempio utilizzata per il beveraggio dei pascoli o per l'irrigazione, può avere effetti nella catena alimentare.

Sarà stabilito un corredo di accertamenti chimico fisici minimi per la valutazione della qualità della risorsa.

Con specifico riferimento alle indicazioni delle Linee Guida ministeriali, il set di parametri quantitativi e qualitativi da monitorare per la componente acque

sotterranee (falda e sorgenti) è definito nella seguente tabella. I limiti di legge, ove presenti, a cui si fa riferimento sono quelli relativi al D.Lgs 152/06 e al D.Lgs 30/2009. Nel caso in cui si dichiara che non verranno usati diserbanti, tra i parametri riportati sotto, gli stessi potranno essere eliminati.

Parametro quali-quantitativo da monitorare	UdM	Limite di legge CSC D.Lgs 152/06
1. Portata volumetrica sorgenti	mc/s	
2. Livello piezometrico	m	
3. Temperatura	°C	
4. Temperatura aria	°C	
5. Ossigeno disciolto	mg/l	
6. pH	-	
7. Conduttività elettrica	µs/cm	
8. Potenziale redox	mV	
9. TOC	mg/l	
10. calcio	mg/l	
11. magnesio	mg/l	
12. sodio	mg/l	
13. potassio	mg/l	
14. cloruri	mg/l	
15. ammonio	mg/l	
16. nitrati	mg/l	
17. fosforo totale	mg/l	
18. solfati	mg/l	250
19. arsenico	µg/l	10
20. cromo totale	µg/l	0.05

21. cromo esavalente	µg/l	5
22. nichel	µg/l	20
23. rame	µg/l	1000
24. zinco	µg/l	3000
25. manganese	µg/l	50
26. cadmio	µg/l	5
27. piombo	µg/l	10
28. ferro	µg/l	200
29. idrocarburi totali	µg/l	350
30. MTBE	µg/l	40
31. Benzene	µg/l	1
32. Toluene	µg/l	50
33. Etilbenzene	µg/l	25
34. Xilene	µg/l	15
<b>Alifatici clorurati cancerogeni (somatoria)</b>	µg/l	10
35. Clorometano	µg/l	1.5
36. Triclorometano	µg/l	0.15
37. Cloruro di Vinile	µg/l	0.5
38. 1,2 Dicloroetano	µg/l	3
39. 1,1 Dicloroetilene	µg/l	0.05
40. 1,2 Dicloropropano	µg/l	0.15
41. 1,1,2 Tricloroetano	µg/l	0.2
42. Tricloroetilene	µg/l	1.5
43. 1,2,3 Tricloropropano	µg/l	0.001
44. 1,1,2,2 Tricloroetano	µg/l	0.05
45. Tetracloroetilene	µg/l	1.1

46. Esaclorobutadiene	µg/l	0.15
<b>Alifatici clorurati non cancerogeni</b>		
47. 1,2 Dicloroetilene	µg/l	60
48. 1,1 Dicloroetano	µg/l	810
<b>Pesticidi</b>		
49. Aldrin	µg/l	0.03
50. Beta-esaclorocicloesano	µg/l	0.1
51. DDT, DDD, DDE	µg/l	0.1
52. Dieldrin	µg/l	0.03

Tabella 6 Parametri da monitorare e limite normativo di riferimento

#### 4.5 Descrizione delle metodologie di campionamento ed analisi

Per le metodologie di campionamento ed analisi in situ si dovranno mutuare le metodiche di riferimento riconducibili ai più consolidati criteri di indagine proposti da istituti di ricerca quali EPA (Environmental protection Agency of United States of America), IRSA (Istituto di Ricerca Sulle Acque), UNICHIM (ente di normazione tecnica operante nel settore chimico federato all'UNI - ente nazionale di UNificazione), ASTM (American Standard Test Method), DIN (Deutsches Institut für Normung) etc.

Le metodiche di analisi dei parametri di cui alla **Tabella 6**, faranno riferimento, in accordo al D.Lgs 30/2009, ai metodi standardizzati pubblicati a livello nazionale o internazionale e validati in accordo con la norma UNI/ISO/EN 17025.

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

#### Misure piezometriche: rilevamento dei livelli di falda

Affinché le misure rilevate siano effettivamente rappresentative delle condizioni statiche della falda, accertare che, oltre al piezometro in esame, non siano

presenti significativi punti di emungimento in esercizio in un raggio di 150 metri, a meno che non interessino una diversa falda.

Le misure piezometriche vanno effettuate prima delle operazioni di spurgo.

La misura, in metri e in valore assoluto, va ordinariamente riferita alla bocca del piezometro. In caso di prima ispezione, o comunque per eventuale controllo, annotare la misura del  $\Delta h$  tra bocca piezometro e piano campagna (indicare con numero positivo se il bocca piezometro è sopraelevato rispetto al piano campagna; in caso contrario, annotare la misura con numero negativo).

#### Misura della portata volumetrica delle sorgenti

Le sorgenti particolarmente significative per portate, dovranno essere attrezzate con strumenti di registrazione in continuo; per piccole sorgenti si procederà invece con misure periodiche della portata.

Per calcolare la portata delle sorgenti si dovrà usare il metodo volumetrico; per piccole sorgenti, basterà usare un recipiente di capacità determinata ed un cronometro; negli altri casi sarà necessario ricorrere a mulinelli idrometrici.

#### Campionamento - Prescrizioni di carattere generale

E' buona norma organizzare le operazioni di campionamento in modo che i prelievi effettuati in uno stesso acquifero, vengano eseguiti nel più breve arco complessivo di tempo affinché siano rappresentativi di una precisa condizione della falda stessa. Tale modalità operativa limita i fenomeni di variabilità naturale o indotta che influenza la possibilità per i dati di essere confrontabili.

In caso di precipitazioni significative, annotare tale evenienza sul verbale di campionamento. In generale, si consiglia di effettuare campionamenti a distanza di non meno di un paio di giorni dal termine delle piogge.

#### Procedura di campionamento

I criteri e le procedure indicate nel presente documento sono applicabili esclusivamente ai pozzi ed ai piezometri che pescano in una falda adeguatamente produttiva.

Le operazioni devono essere svolte secondo la seguente sequenza:

- Monitoraggio piezometrico;

- Spurgo;
- Campionamento e misura parametri chimico-fisici;
- Pulizia delle attrezzature di campionamento alla fine di ogni campionamento (freatimetro, pompa, cavi, campionatori).

#### Spurgo del piezometro

Le operazioni di spurgo dei piezometri dovranno essere effettuate seguendo un ordine predefinito, e per ogni postazione saranno effettuate secondo la seguente sequenza:

- Stendere un telo di nylon in prossimità del piezometro per posare le attrezzature o comunque evitare che si sporchino.
- Introdurre la pompa nel piezometro fino a raggiungere il fondo foro, verificandone la profondità; quindi, risollevarla di circa 1-2 metri. Posizionare la pompa in corrispondenza della zona centrale della tratta sfenestrata.
- Misurare col freatimetro la soggiacenza riferita alla bocca del piezometro prima di iniziare il pompaggio, annotandola come riferita al tempo iniziale  $t_0$ . Questa misura non rappresenta il livello piezometrico statico, ma il valore di riferimento per la misura degli abbassamenti durante le operazioni di spurgo (vedi anche il seguente punto).
- Impostare la portata della pompa, per evitare il rischio di prosciugamento del piezometro, tenendo conto del diametro del tubo e del volume d'acqua contenuto nello stesso e delle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero.
- Mettere in funzione la pompa ad una portata costante, inferiore a quella impiegata (se conosciuta) per lo sviluppo iniziale del piezometro, controllando di tanto in tanto la soggiacenza dinamica della falda, al fine di prevenirne il prosciugamento. Nel caso il piezometro non sia mai stato ispezionato o campionato, durante le operazioni di spurgo, si deve procedere a misurare a intervalli di tempo determinati la soggiacenza dinamica della falda annotandone le variazioni. Misurare il battente

d'acqua nel foro e aver cura di non indurre un abbassamento del livello freaticometrico superiore al 50% del battente misurato.

- Lo spurgo deve essere eseguito per consentire il ricambio di 3-5 volte il volume d'acqua presente al momento del sopralluogo e possibilmente fino alla "chiarificazione" dell'acqua, ossia fino a quando l'acqua non appare priva di particelle in sospensione in un tempo non superiore a 3-5 ore. Si consiglia di verificare durante lo spurgo la stabilizzazione di alcuni parametri chimico-fisici (es. pH, conducibilità). Tre letture consecutive devono avere uno scostamento di  $\pm 0.1$  per il pH,  $\pm 3\%$  per la conducibilità e torbidità visivamente costante (i trend di stabilizzazione seguono percorsi asintotici verso un valore costante), il cui controllo può essere effettuato ad intervalli determinati in un contenitore con flusso costante, evitando gorgogliamenti.

#### Campionamento statico

Per campionamento di tipo statico, si intende un campione prelevato con piezometro non in emungimento, mediante metodo manuale (es. bailer), sempre previo spurgo e dopo il ripristino, per quanto possibile, delle condizioni statiche. Si è ritenuto idoneo prevedere un campionamento mediante bailer, essendo strumenti estremamente semplici ed affidabili per il campionamento sia di acque sotterranee che aperte.

Le quote di campionamento saranno preventivamente stabilite in relazione agli obiettivi del campionamento, sulla base delle sostanze presuntivamente presenti, e andranno registrate come profondità alla bocca del piezometro (in generale, salvo diverse prescrizioni, in superficie, a meta altezza e sul fondo).

Bisogna porre attenzione ad evitare fenomeni di turbolenza e di aerazione sia durante la discesa del campionatore, sia durante il travaso del campione d'acqua nel contenitore specifico.

Si proseguirà nel seguente modo:

- Effettuare le operazioni di etichettatura.
- Riporre il contenitore etichettato nelle apposite borse termiche per il

trasporto dei campioni;

- Compilare un verbale di campionamento con tutti i dati relativi al campionamento.
- Procedere alla pulizia e decontaminazione delle apparecchiature utilizzate tramite acqua potabile o demineralizzata da reperirsi sul posto oppure, eventualmente, in dotazione al mezzo. Per la pulizia e il mantenimento delle sonde di misura dei parametri chimico-fisici utilizzare acqua deionizzata.

### Misure in situ dei parametri chimico-fisici

Per facilitare le operazioni munirsi di becker in polietilene da 250 ml da utilizzarsi come contenitore dove misurare i parametri sopraccitati.

Risciacquare il becker e le sonde di misura ad ogni punto di controllo direttamente con l'acqua da prelevare (dopo ogni prelievo lavare accuratamente le sonde con acqua deionizzata o potabile).

Una volta riempiti i becker, si immergono subito le sonde, senza accendere gli apparecchi, in modo da favorire il raggiungimento dell'equilibrio termico. Iniziare le misure accendendo solo il conducimetro, e poi procedere con l'accensione e la rilevazione di temperatura, pH, Eh e ossigeno disciolto; ad ogni misura, qualora non si sia creato un flusso continuo all'interno del becker, cambiare l'acqua nel becker stesso.

Durante le misurazioni dei singoli parametri non appoggiare le sonde sul fondo del contenitore e, se possibile, mantenere un flusso costante dell'acqua sotto analisi all'interno del becker, avendo cura di evitare gorgogliamenti all'interno dello stesso (soprattutto quando si rileva la concentrazione di ossigeno disciolto).

Nel caso in cui su un punto di misura si determinino valori dei parametri chimico-fisici molto differenti da quelli misurati alla stazione precedente, si deve attendere più tempo per la stabilizzazione strumentale, per eliminare "l'effetto memoria" dello strumento stesso. In ogni caso, per ogni parametro attendere la stabilizzazione della misura.

## Conducibilità

Immergere totalmente l'elettrodo, possibilmente in posizione verticale, evitando le zone a maggiore turbolenza, e assicurarsi che non vi siano bolle d'aria all'interno della sonda. Il dato deve essere sempre espresso in  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , approssimando all'intero (se i valori sono molto alti l'apparecchio esprime il dato solo in mS; effettuare la relativa equivalenza:  $1 \text{ mS} = 1000\mu\text{S}$ ).

## Temperatura

### Temperatura dell'aria

Va misurata tenendo il termometro (o la termocoppia dello strumento), preventivamente asciugato, esternamente a eventuali costruzioni a protezione dell'opera di presa all'ombra, ad una certa altezza dal suolo (1 m ca.) e, se possibile, al riparo da correnti d'aria. È espressa in  $^{\circ}\text{C}$  approssimando alla prima cifra decimale.

### Temperatura dell'acqua

Va misurata tenendo il termometro (o la termocoppia dello strumento), all'ombra e con acqua corrente. Nel caso vi siano due o più strumenti in grado di dare la temperatura verificare che le letture coincidano o siano ragionevolmente prossime; rilevare comunque il dato dello strumento più preciso (se in uso termometro a mercurio). È espressa in  $^{\circ}\text{C}$  approssimando alla prima cifra decimale.

Temperature anomale possono verificarsi se il parametro viene misurato a valle di tubazioni o impianti di pompaggio. Assicurarsi che il dato sia rappresentativo del corpo idrico. Nel caso di prelievo da rubinetto lasciare scorrere molta acqua prima di rilevare la temperatura, aspettando la stabilizzazione del valore.

## Potenziale redox (Eh)

Immergere totalmente l'elettrodo facendo molta attenzione agli urti e a non appoggiare l'elettrodo sul fondo del contenitore. Se lo strumento non è dotato di sonda termometrica separata fare attenzione che il sensore di temperatura sia immerso nell'acqua. La misura del potenziale redox può richiedere

stabilizzazioni superiori agli altri parametri. Non eccedere comunque nell'attesa, poiché tale parametro è sensibile alle variazioni delle condizioni della soluzione di misura. Esprimere il dato in mV approssimando alla decina poiché la lettura difficilmente è perfettamente stabile, (ad es. con 786 segnare v790; con 853 segnare 850), se l'ultimo numero è "5" si approssima all'unità superiore.

A misura effettuata rimettere subito il cappuccio di protezione all'elettrodo. Fare comunque riferimento ai manuali in dotazione allo strumento.

### Misura del pH

Immergere la sonda, se lo strumento non è dotato di sonda termometrica separata fare attenzione che il sensore di temperatura sia immerso nell'acqua. Esprimere il dato approssimando alla prima cifra decimale (ad es. con 7,86 segnare 7,9; con 8,53 segnare 8,5) se l'ultima cifra rilevata (2° decimale) è "5" si approssima all'unità superiore, generalmente la lettura difficilmente è perfettamente stabile, (ad es. se oscilla tra 8,45 ed 8,44, segnare 8,4; se tra 8,45 ed 8,46, segnare 8,5).

Rimettere il cappuccio di protezione all'elettrodo verificando che contenga sempre la soluzione elettrolitica (se accidentalmente dovesse mancare, versare alcune gocce di acqua pulita e ricordarsi di sostituirla subito con la soluzione elettrolitica al rientro). Fare comunque riferimento ai manuali in dotazione allo strumento.

Nel caso in cui si misurino valori di pH anomali (<5 e >9) si deve attendere più tempo per la stabilizzazione strumentale. E' comunque utile ripetere la misura 2 volte.

### Ossigeno disciolto

Esprimere la concentrazione di ossigeno disciolto misurato in mg/L, approssimando alla prima cifra decimale. Posizionare la sonda nel becker mantenendo un flusso costante senza provocare gorgogliamenti e, dopo aver atteso l'equilibrio termico a apparecchio spento, tenere la sonda in leggero movimento senza creare turbolenza (il movimento va considerato ottimale quando il dato fornito è stabile e non vi è tendenza al calo). Verificare la misura dello strumento sia prima dell'effettuazione delle misura, sia subito dopo;

quando la misura non ha un valore accettabile, effettuare subito una nuova misura (sono necessari pochi minuti in acqua in quanto la sonda è già in equilibrio termico) e registrare l'ultimo dato ottenuto.

Terminata la misura, asciugare la sonda e chiuderla con l'apposito cappuccio prima di riporre lo strumento. Fare comunque riferimento ai manuali in dotazione allo strumento.

#### 4.6 Scelta delle aree da monitorare

Come specificato nel precedente paragrafo i due aspetti che preme valutare della componente acque sotterranee sono il contenuto volumetrico e chimico dell'acquifero (falda e sorgenti). Questo coinvolge maggiormente gli ambiti delle principali opere d'arte, che impongono i più evidenti condizionamenti per il sottosuolo e la risorsa idrica in essa presente. Nel presente paragrafo verranno indicati i siti in cui materializzare le stazioni di monitoraggio.

L'intervento al vaglio presenta significative interferenze sul sottosuolo e sul comparto idrico sotterraneo; la realizzazione delle due gallerie naturali *Picchiarella* e *Casacastalda* nonché le aree di cantiere potrebbero comportare il depauperamento delle riserve idriche, come pure la loro corruzione qualitativa, in ragione di possibili veicolazioni di reflui inquinanti entro le formazioni attraversate.

Anche le fondazioni dei viadotti *Tre Vescovi* e *Calvario* parzialmente interferenti con l'acquifero di fondovalle, richiedono una notevole attenzione; la presenza di terreni permeabili potrebbe determinare la dispersione di malte e miscele bentoniche nel sottosuolo, pregiudicando la qualità di acque che potrebbero altresì venire prelevate per uso idropotabile.

Saranno poi predisposti presidi di monitoraggio in corrispondenza delle aree di cantiere.

L'approntamento del monitoraggio delle acque sotterranee potrà avvalersi (una volta accertato il loro effettivo stato di servizio) degli stessi tubi piezometrici predisposti nelle precedenti campagne di indagine dell'anno 2005 di cui ai precedenti paragrafi, limitando per quanto possibile oneri aggiuntivi delle spese

di monitoraggio.

Per la rete di osservazione delle acque sotterranee, l'integrazione dei pozzi e dei piezometri già esistenti o realizzati nelle precedenti fasi conoscitive, implica la ricognizione/verifica di tutti i punti d'acqua prescelti, al fine di valutarne la funzionalità e le effettive condizioni di servizio; qualora si riscontrassero dei vizi, che possano arrecare pregiudizio alle misurazioni, si dovrà aver cura di materializzare una nuova stazione di monitoraggio nelle immediate vicinanze di quella prescelta, in modo che la sua posizione planimetrica sia ugualmente rappresentativa delle aspetti attenzionati e compatibile con la conservazione della sua funzionalità nel prosieguo delle lavorazioni.

Si allega a seguire la tavola sinottica dei punti individuati per la caratterizzazione della componente ambientale acque sotterranee:

Codifica	Codice rete monitoraggio ANAS Perugia 2004-2005	Origine del disturbo	Profondità da p.c [m]
AP(1)m	S1b(CC)	Realizzazione Galleria Casacastalda	10-20
AP(2)v	S5b(CC)		10-20
AP(3)v	S6b (TA)		10-20
AP(4)m		Sito di deposito area B	10-20
AP(5)v			10-20

Tabella 7 Punti di monitoraggio delle acque sotterranee

#### 4.7 Strutturazione delle informazioni

L'attività successiva a quella di campo e di laboratorio, richiede che tutti i dati siano organizzati e inseriti nel SIT al fine di essere validati e analizzati.

Una volta eseguita la campagna di monitoraggio (parametri in situ, trasporto o recapito dei campioni al laboratorio) sarà necessario:

- trasferire sulla scheda di misura informatizzata quanto registrato in campo;
- inviare i dati di campo preliminari (parametri in situ);

- compilare la parte delle scheda di misura relativa alla sezione dedicata alle analisi di laboratorio non appena queste saranno disponibili;
- procedere con la valutazione di eventuali situazioni anomale.

#### *4.8 Gestione delle Anomalie*

I valori soglia rispetto ai quali valutare il verificarsi di un'anomalia, per ciascun punto di monitoraggio, è la Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della parte quarta del D.Lgs. 152/06 "Concentrazioni soglia di contaminazione nelle acque sotterranee".

Al verificarsi di un'anomalia in CO o PO in uno o più dei piezometri di controllo (indipendentemente che si tratti di punti di controllo posti a monte od a valle idrogeologica dell'opera), si seguirà la procedura codificata nei seguenti punti:

1. Se il superamento si presenta per un parametro già riscontrato in AO (endemico), l'anomalia viene chiusa;
2. Viceversa, accertato un superamento, entro 24 ore si segnala all'autorità competente (Provincia, Comune, ARPA), tramite il Sistema Informativo (o via email), con una nota circostanziata che descriva le condizioni al contorno e le eventuali lavorazioni in essere presso il punto indagato, allo scopo di individuare le probabili cause che hanno prodotto il superamento. Tale comunicazione dovrà contenere l'indicazione della tipologia del cantiere interessato e di eventuali scarichi da esso provenienti, la descrizione delle lavorazioni in essere al momento della misura e l'eventuale tipologia di interferenza con la falda
3. nella campagna successiva (e comunque nell'arco massimo di un mese) si valuta se il superamento è ancora in corso;
4. nel caso il superamento sia confermato:
  - a. il committente ripete il campione per ultima verifica, nel caso il parametro che ha superato il VL sia contestualizzato nel territorio e nel bacino idrogeologico (es. contaminanti naturali in media e bassa pianura, conoscenza di plume di contaminazioni esistenti)

- b. il committente ripete il campione per ultima verifica in contraddittorio con ARPA, nel caso il parametro che ha superato il VL non sia contestualizzato nel territorio e nel bacino idrogeologico;
5. constatato anche il superamento alla terza verifica, il committente (se si ricade nel caso 4.b) o Arpa (se si ricade nel caso 4.a) predisporrà la nota ai sensi dell'art. 244 del Titolo V della Parte 4° del D.Lgs. 152/06, agli enti competenti per territorio, ove pertinente.

Una volta accertato che la causa del superamento sia legata alle lavorazioni in essere, si concorderà con la Committente e con l'Organo di controllo quale azione correttiva intraprendere. Le azioni correttive più opportune per tamponare la causa di eventuale compromissione individuata, saranno comunque da ricercare nel sistema di gestione ambientale che sarà redatto.

#### *4.9 Articolazione temporale del monitoraggio*

L'attività di monitoraggio dovrà essere distinta in tre precisi momenti: ante operam, corso d'opera e post operam.

#### **Monitoraggio ante operam**

Il primo step consentirà la caratterizzazione dello stato attuale della risorsa idrica sotterranea, fornendo un criterio di paragone per la definizione degli obiettivi di qualità che si vorrebbero garantire durante le successive fasi di lavorazione. Il collezionamento dei dati ambientali consentirà in seconda battuta il confronto con i risultati delle successive fasi di lavorazione, permettendo la definizione di strategie di azione per il contenimento delle criticità. La durata di tale fase è di 1 anno prima dell'inizio dei lavori.

#### **Monitoraggio corso d'opera**

Nelle medesime stazioni di misura si dovranno effettuare accertamenti con frequenza definita in tabella. Le indagini in corso d'opera in corrispondenza di ciascuna coppia di piezometri dovranno protrarsi per tutta l'effettiva durata delle lavorazioni in quel tratto d'opera, e la loro interruzione potrà essere disposta solo al venir meno delle condizioni di inquinamento o su indicazione del

responsabile ambientale; ciò si rende necessario perché le azioni di cantiere potrebbero indurre effetti protratti nel tempo relativi alla loro criticità intrinseca o al perdurare delle condizioni che li hanno originati.

### Monitoraggio post operam

La valenza del piano di monitoraggio post operam assume connotati non troppo dissimili da quello del corso d'opera. A tal proposito si dovranno predisporre controlli protratti per un anno dalla consegna dell'opera e volti alla verifica delle previsioni effettuate e della validità delle opere di mitigazione ambientale.

Con riferimento alle misure quantitative si prevede:

- ✓ Livello falda: come da tabella seguente;

Per gli accertamenti qualitativi previsti, vale la seguente tabella.

punto di monitoraggio	Ante operam	Corso d'opera	Post operam
AP(1)m AP(2)v AP(3)v AP(4)m AP(5)v	Quadrimestrale per 12 mesi	Mensile per l'effettiva durata delle lavorazioni	Quadrimestrale per 12 mesi

Tabella 8 Frequenza delle indagini del PMA per la componente acque sotterranee

Si precisa che la fase di CO è relativa al periodo di effettive lavorazioni che interessano il tratto d'opera interferito e che pertanto tali frequenze verranno gestite solo nel periodo effettivo di lavorazione su quel tratto. Conseguentemente la fase di PO avrà inizio differente da un tratto d'opera all'altro. Di concerto con ARPA, si definisce l'inizio della fase di PO per il singolo tratto d'opera, la posa del manto stradale.

Si ritiene altresì opportuno attribuire un carattere di flessibilità al Piano, al fine di garantire una maggiore capacità di individuare eventuali impatti legati ad eventi non necessariamente riscontrabili con la frequenza di analisi stabilita alla precedente tabella. Per tale motivo, si prevede la possibilità di integrare gli accertamenti previsti con ulteriori da effettuarsi in corrispondenza di

attività/lavorazioni presumibilmente causa di pregiudizio per la componente in questione.

Si prevede che la frequenza di misura dovrà essere tale da consentire uno studio di correlazione tra i livelli di falda e gli eventi meteorici. A tale scopo si propone di attrezzare i piezometri con trasduttori elettrici con centralina d'acquisizione in modo tale da consentire un'acquisizione con cadenza settimanale. Dunque ciascun piezometro a tubo aperto previsto nel presente PMA verrà attrezzato con un trasduttore elettrico che permetterà di acquisire settimanalmente la lettura freaticometrica ed i parametri fisici di base mentre il campionamento per le analisi chimiche avverrà come previsto, e per tutta la durata dei lavori con cadenza mensile.

#### *4.10 Documentazione da produrre*

Nel corso del monitoraggio dovranno essere rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura;
- Relazione di fase AO
- Relazione di fase CO e bollettini quadrimestrali;
- Relazione di fase PO;
- Report di segnalazione anomalia.

#### Scheda di misura

E' prevista la compilazione della scheda di misura con gli esiti dei campionamenti in situ e delle analisi di laboratorio.

#### Relazioni di ante operam

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di AO, dovranno essere riportati i risultati delle misurazioni effettuate in tutti i punti di monitoraggio.

#### Relazioni di corso d'opera

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO, saranno redatte

relazione di fase e bollettini con frequenza **quadrimestrale**.

Relazione di post operam

Nella fase di PO, dedicata al monitoraggio della fase di esercizio dell'infrastruttura, dovranno essere riportati i risultati delle misurazioni effettuate in tutti i punti di monitoraggio; si predisporrà una relazione al termine del primo anno e una di fase conclusiva al termine del secondo anno di monitoraggio PO.

## 5 COMPONENTE AMBIENTALE ARIA

### 5.1 Finalità del lavoro

Nella presente sezione si descriverà il monitoraggio per la componente ambientale atmosfera, affrontato secondo gli indirizzi delle Linee Guida ministeriali, rev. 1 del 2014.

Vengono illustrati tutti gli aspetti relativi alla qualità dell'aria in relazione agli apporti inquinanti connessi con l'opera in esame; si valuterà quindi se le variazioni di qualità atmosferica eventualmente registrate sono o meno imputabili alla costruzione dell'opera o al suo futuro esercizio.

### 5.2 Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente

I documenti analizzati per lo studio e il monitoraggio della componente atmosfera sono i seguenti:

- Piano Regionale della Qualità dell'aria

La Rete Regionale di Monitoraggio della qualità dell'aria è stata prevista ed approvata nell'ambito del Piano regionale di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria (PRQA), approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale 9 febbraio 2005, n. 466. La rete rispondeva alla zonizzazione e classificazione realizzata nel PRQA con i criteri e le logiche della normativa preesistente. La rete era costituita da 13 stazioni fisse (di cui una non è stata realizzata) in cui gli inquinanti misurati sono stati negli anni aggiornati in base alle nuove normative, in particolare le misure su PM2.5, metalli e idrocarburi policiclici aromatici.

Nell'ambito dell'aggiornamento del piano, la rete è stata aggiornata in base alle nuove indicazioni della normativa.

Le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria sono quelle di **TORGIANO-BRUFA** e **GUBBIO-GHIGIANO**. Si rileva che per una caratterizzazione della qualità dell'aria assimilabile all'area di intervento sia più significativo

riportare i dati della stazione di Torgiano-Brufa in quanto assimilabile con l'area di CasaCastalda, infatti la stazione di Gubbio-Ghigiano è classificata come una stazione di tipo industriale.

Di seguito si riportano le caratteristiche della stazione di Torgiano-Brufa:

#### STAZIONE DI TORGIANO

Tipo zona: Rurale

Caratteristiche della zona: Installata in prossimità del cimitero della località Brufa nel comune di Torgiano lontana da emissioni e da insediamenti

Tipo stazione: Fondo

Parametri

- Analizzatore Ossidi di Azoto - NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>
- Analizzatore Ozono - O<sub>3</sub>
- Analizzatore Particolato PM<sub>10</sub>
- Analizzatore Particolato PM<sub>2.5</sub>
- Sensori Meteo DV, WV, PA, TA, UR, RST



Per dare un primo quadro sullo stato della qualità dell'aria riportiamo in modo sintetico i risultati dei monitoraggi effettuati nelle stazioni della rete regionale esistente a partire dall'anno 2005 sino al 2010.

I parametri utilizzati sono individuati nella normativa da limiti di concentrazione in aria di un determinato inquinante in uno o più intervalli di tempo. La normativa si è evoluta negli anni per cui indicatori di legge e rispettivi limiti hanno avuto negli anni delle modifiche e integrazioni. Gli indicatori presentati in questo paragrafo vengono confrontati con l'ultima normativa di settore ovvero il D.Lgs. n. 155/2010.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute relativamente al **Biossido di Azoto** (NO<sub>2</sub>) la normativa individua due indici:

- media annua delle concentrazioni medie orarie: valore limite 40 µg/m<sup>3</sup>;
- media oraria: valore limite 200 µg/m<sup>3</sup>, da non superarsi più di 18 volte in un anno civile.

Tabella 3.1: Rete Regionale come prevista dal Piano regionale di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria (inquinanti misurati aggiornati all'anno 2010)

Comune	Nome Stazione	Codice EoI	Tipo Stazione	Tipo Zona	Tipo Ozono	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Pb Ni Cd As	B(a)P
Perugia	Cortonese	IT1180A	Fondo	Urbana	Suburbana	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
Perugia	Fontivegge	IT2004A	Traffico	Urbana	Urbana		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI		SI
Perugia	Ponte San Giovanni	IT1182A	Traffico	Suburbana	Urbana		SI	SI	SI	SI	SI	SI		SI <sup>(*)</sup>		
Spoletto	Piazza Vittoria	IT1860A	Traffico	Urbana	Urbana		SI	SI		SI	SI	SI	SI	SI <sup>(*)</sup>		
Foligno	Porta Romana	IT1900A	Traffico	Urbana	Urbana		SI			SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Gubbio	Piazza 40 Martiri	IT1901A	Traffico	Urbana	Urbana		SI		SI	SI	SI	SI	SI	SI <sup>(*)</sup>	SI	SI
Torgiano	Brufa	IT1902A	Fondo	Rurale	Rurale		SI		SI	SI	SI	SI		SI <sup>(*)</sup>		

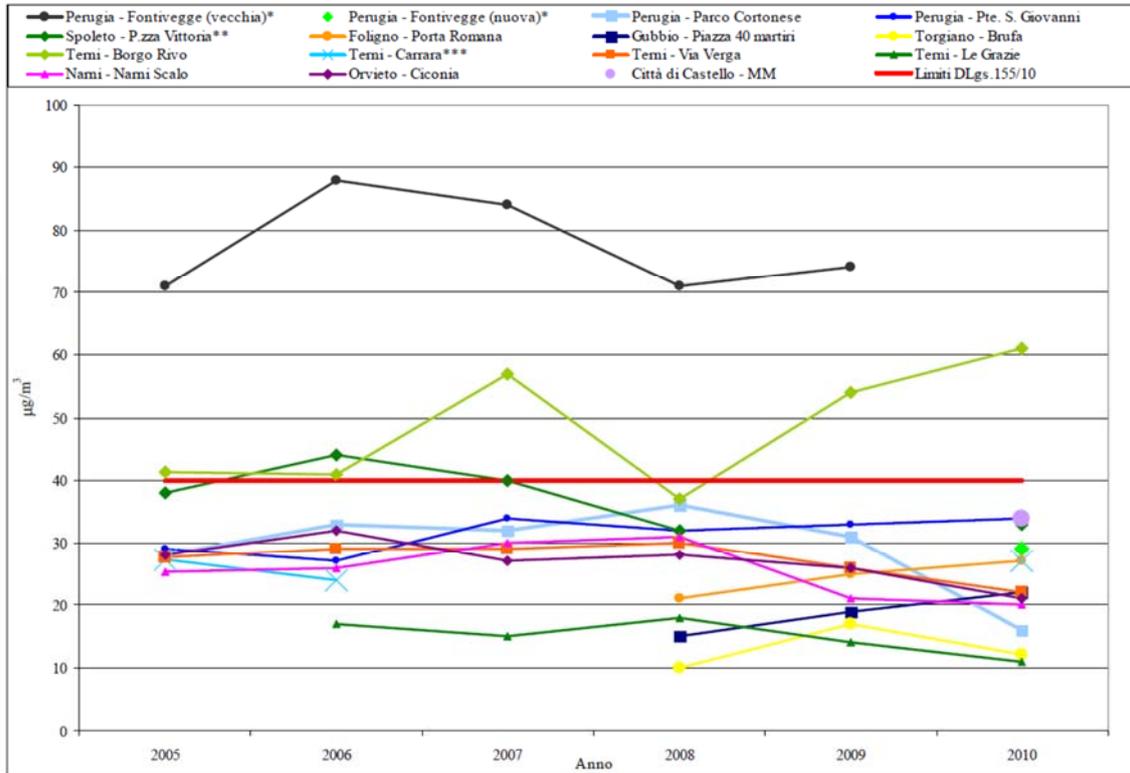


Figura 3.1: Valore medio annuale delle concentrazioni medie orarie di biossido di azoto

I dati disponibili evidenziano come negli anni compresi tra il 2005 e il 2010 non ci siano state grosse variazioni con un andamento costante delle concentrazioni e il rispetto dei due limiti previsti dalla norma. Fanno eccezione tre stazioni, Perugia, Spoleto e Terni.

In merito al biossido di azoto le misure riportate nel grafico precedente mostrano una qualità dell'aria accettabile ovvero un generale rispetto dei limiti, con poche eccezioni, ma valori delle medie annue non sempre molto inferiori ai limiti e generalmente superiori alle soglie di valutazione inferiori e superiori individuate dalla norma quali livelli al di sopra dei quali permane l'obbligo di monitoraggi.

Nella figura seguente è riportato l'andamento della concentrazione media giornaliera massima di biossido di zolfo nelle stazioni in cui l'inquinante è rilevato per gli anni dal 2005 al 2010. Come si osserva i valori sono tutti molto inferiori

al limite con un trend in diminuzione. In generale la diminuzione può essere imputabile alla forte riduzione di zolfo nel diesel dato evidenziato in particolare dalle centraline di tipo urbano da traffico. I valori, inoltre, sono anche inferiori alle soglie di valutazione.

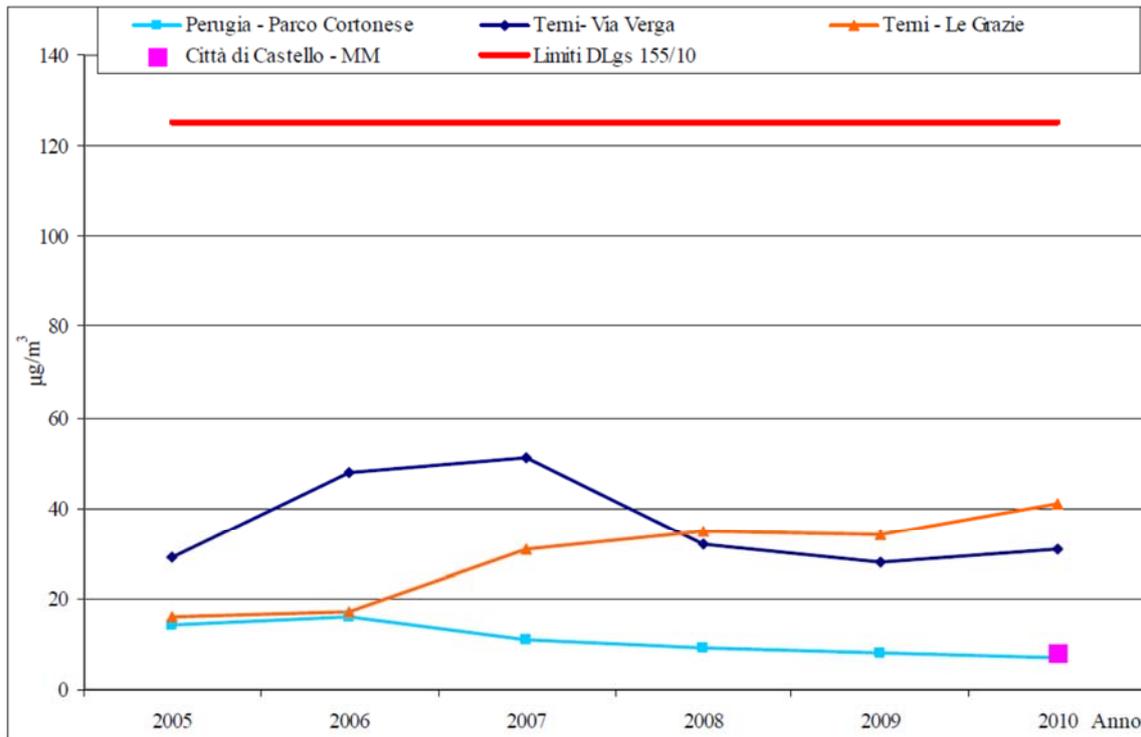


Figura 3.2: Valore massimo annuo delle media 24 ore di biossido di zolfo

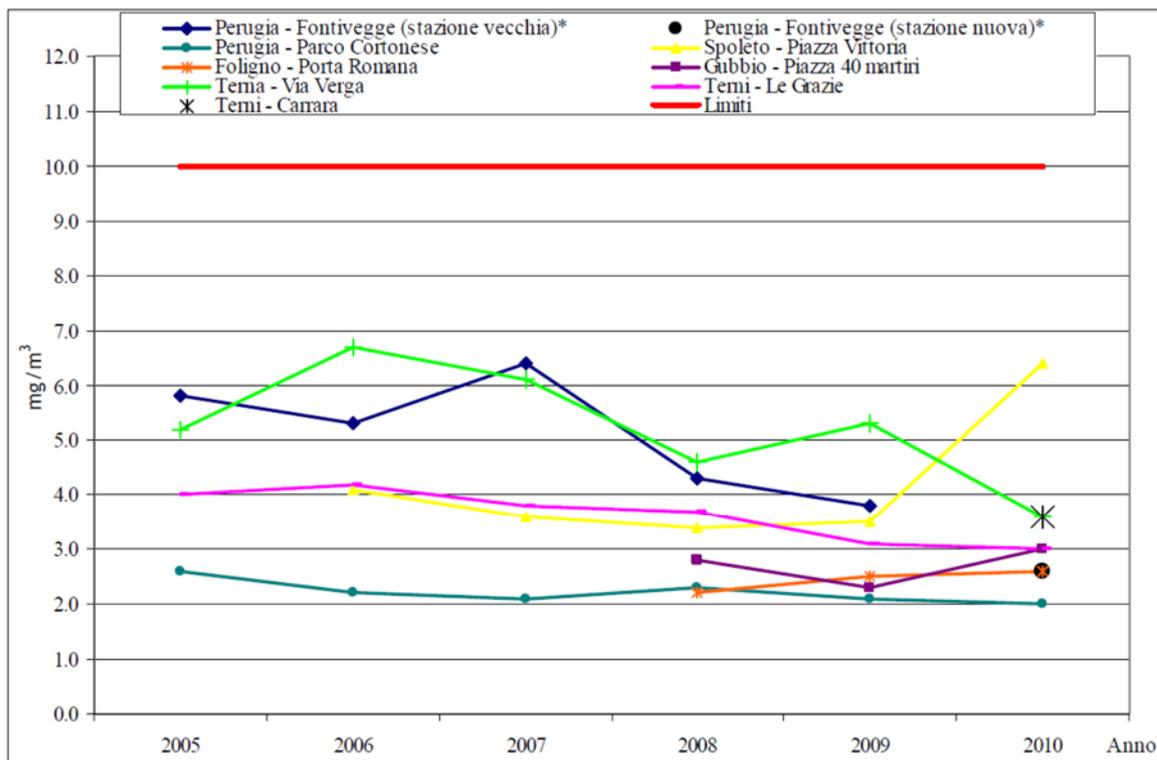
La principale sorgente di questa sostanza è rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% della produzione complessiva, percentuale che in ambito urbano può arrivare anche fino al 90-95%), in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente correlata alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore a bassi regimi e in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. Altre sorgenti sono gli impianti termici e alcuni processi industriali, come per esempio la produzione di acciaio.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la

normativa individua un indice:

- massimo media mobile otto ore: valore limite 10 mg/m<sup>3</sup>.

Nella seguente è riportato l'andamento dei valori massimi della media di 8 ore di monossido di carbonio nelle stazioni in cui è monitorato l'inquinante per gli anni dal 2005 al 2010. Le concentrazioni rilevate mostrano un andamento relativamente costante ma con una generale tendenza alla diminuzione e a stabilizzarsi su valori bassi, inferiori ai limiti previsti dalla normativa e generalmente inferiore alle soglie di valutazione.



Le polveri fini sono costituite da polvere, fumo e microgocce di sostanze liquide; la loro presenza in atmosfera è dovuta alla diretta emissione dalle sorgenti (polveri primarie) ma anche dalle reazioni chimiche di alcuni gas emessi da attività umane prevalentemente composti dell'azoto e dello zolfo (polveri

secondarie).

Le principali fonti di PM10 e PM2.5 sono:

- sorgenti naturali: l'erosione del suolo, gli incendi boschivi, le eruzioni vulcaniche, la dispersione di pollini, il sale marino (prevalentemente polveri grossolane – PM10);
- sorgenti legate all'attività dell'uomo: processi di combustione (tra cui quelli che avvengono nei motori a scoppio, negli impianti di riscaldamento, in molte attività industriali, negli inceneritori e nelle centrali termoelettriche), usura di pneumatici, freni e asfalto.

La nocività delle polveri fini dipende dalle loro dimensioni e dalla loro capacità di raggiungere le diverse parti dell'apparato respiratorio, nonché dalla loro natura chimica. In genere, le patologie legate all'inquinamento da polveri sottili sono riconosciute essere l'asma, le affezioni cardiopolmonari e la diminuzione delle funzionalità polmonari.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua i seguenti indici:

PM10

- media annua delle concentrazioni medie giornaliere: valore limite 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- numero di giorni di superamento del valore limite delle concentrazioni medie giornaliere: -valore limite per la protezione della salute: 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , che non deve essere superato più di 35 volte in un anno civile.

PM2,5

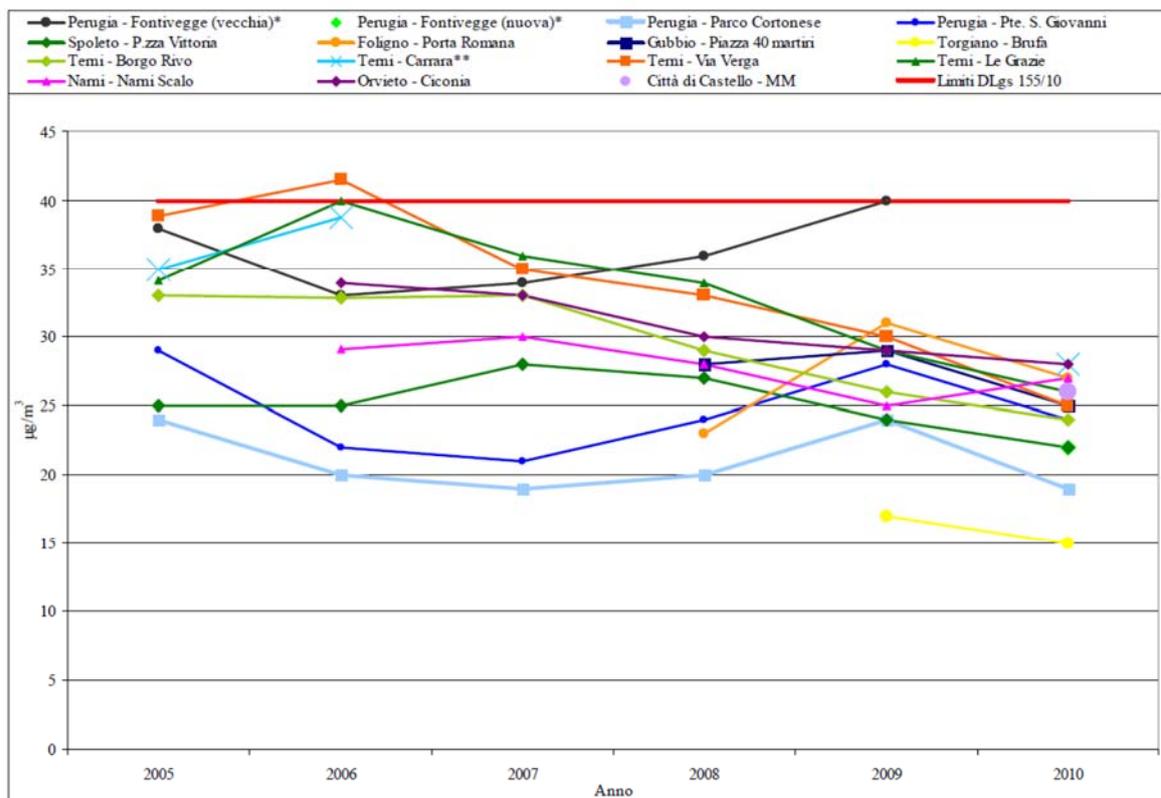
- media annua delle concentrazioni medie giornaliere: valore limite 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la norma prevede un margine di tolleranza (MT) pari a 20% di riduzione annua a partire da giugno 2008 sino a gennaio 2015. Applicando tale margine di tolleranza per l'anno 2010 il valore da considerare è Limite+MT, pari a 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nelle figure successive è riportato l'andamento delle concentrazioni media annue di PM10 nelle stazioni in cui è monitorato l'inquinante per gli anni dal

2005 al 2010.

Le concentrazioni medie annue di PM10 mostrano un andamento dei valori praticamente costante dal 2005 al 2008 e con un trend in diminuzione negli anni successivi (ad eccezione della stazione di Perugia - Fontivegge vecchia posizione, andamento in parte imputabile al posizionamento della stazione in condizioni di street canyon). Le concentrazioni sono tutte al di sotto del limite previsto dalla norma con la sola eccezione di un vento sporadico per la stazione di Terni - via Verga per l'anno 2006.

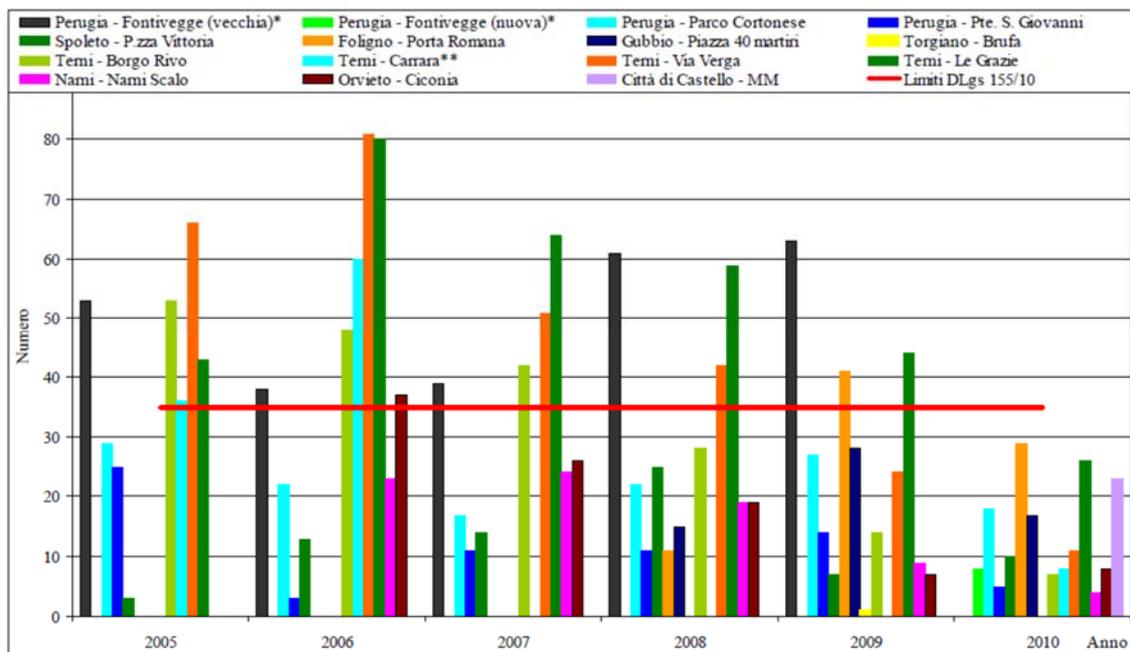
Anche il numero dei superamenti valutati sino al 2010 figura seguente alla successiva mostrano un andamento dei valori praticamente costante dal 2005 al 2008 e con un trend in diminuzione negli anni successivi (ad eccezione della stazione di Perugia - Fontivegge vecchia posizione, andamento in parte imputabile al posizionamento della stazione in condizioni di street canyon).



Il numero di superamenti, però, è in molti casi superiore al limite previsto dalla norma: le stazioni di Terni – Le Grazie e Perugia - Fontivegge sono sistematicamente superiori al limite ad eccezione che per l’anno 2010, le stazioni di Terni – Via Verga e Terni – Borgo Rivo mostrano un miglioramento negli ultimi 2 3 anni, infine la stazione di Foligno – Porta Romana e Terni - Carrara hanno un comportamento altalenante ma i dati disponibili sono solo di tre anni. La carenza dei dati non pone certezza sulla tendenza al miglioramento.

Nella figura seguente è riportato l’andamento delle concentrazioni media annue di PM2.5 nelle stazioni in cui è monitorato l’inquinante per gli anni dal 2005 al 2010.

L’andamento delle medie annue delle concentrazioni giornaliere di PM2,5 dal 2005 al 2010, nelle stazioni in cui è presente il sistema di misura, mostra un generale rispetto del limite più il margine di tolleranza ma anche del limite stesso. Fa eccezione la stazione di Terni – Le Grazie mostra il superamento di entrambe gli indici ma con un netto miglioramento. La tendenza alla diminuzione per gli anni dal 2008 al 2010 evidenzia il rispetto del limite.

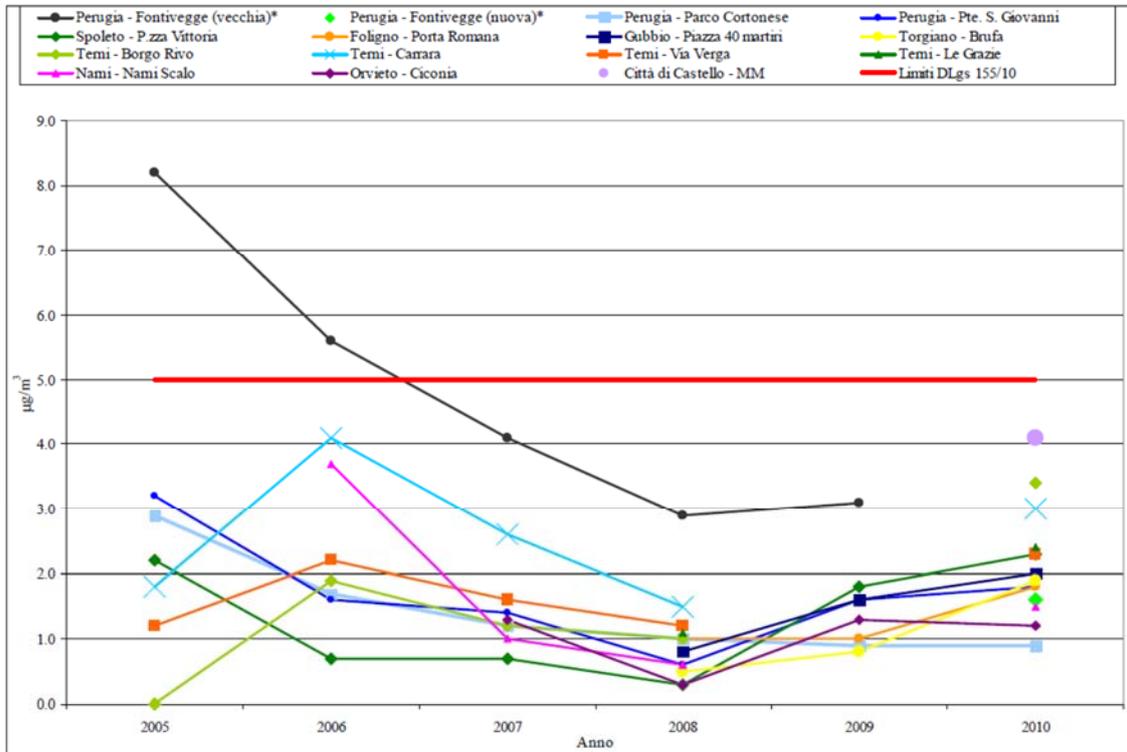


Il **benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)** è un idrocarburo aromatico monociclico presente in aria in seguito a processi evaporativi (emissioni industriali) e a combustione incompleta sia di natura antropica (veicoli a motore), che naturale (incendi). Tra queste, la maggiore fonte emissiva è costituita dai gas di scarico dei veicoli a motore, alimentati con benzina (principalmente auto e ciclomotori). Il benzene rilasciato dai veicoli deriva dalla frazione di carburante incombusto, da reazioni di trasformazione di altri idrocarburi e, in parte, anche dall'evaporazione che si verifica durante la preparazione, distribuzione e stoccaggio delle benzine, comprese le fasi di marcia e sosta prolungata dei veicoli. A causa della accertata cancerogenicità di questo composto, lo IARC (International agency for research on cancer) lo ha classificato nel gruppo 1 dei cancerogeni per l'uomo.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua per il C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> il seguente indice:

- media annua: valore limite 5,0 µg/m<sup>3</sup>;

Nella figura seguente è riportato l'andamento concentrazioni medie annuali nelle stazioni in cui tale inquinante viene misurato.



Il trend mostra un andamento decrescente dei valori delle concentrazioni con valori costantemente inferiori al limite fa eccezione della stazione di Perugia – Fontivegge (vecchia posizione) i valori alti della stazione sono in parte imputabile al posizionamento della stazione in condizioni di street canyon. Il comportamento di leggera crescita delle medie annuali per il 2010 è dovuto al fatto che nei mesi di gennaio, febbraio e marzo, tutte le stazioni hanno valori sovrastimati a causa di un problema in fase analitica. Pur non essendo valutabile tale sovrastima si è ritenuto di utilizzare ugualmente le misure al fine di avere una valutazione annuale delle concentrazioni di benzene che comunque rimangono tutte sotto i limiti di legge ma in alcuni casi si evidenzia il superamento delle soglie di valutazione. La generale tendenza alla diminuzione è attribuibile in gran parte all'immissione sul mercato di veicoli con prestazioni ambientali sempre migliori.

Il benzoapirene (B(a)P) fa parte degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA); questi sono presenti

ovunque in atmosfera, derivano dalla combustione incompleta di materiale organico e dall'uso di olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia.

Gli IPA, sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. Presenti nell'aerosol urbano sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico minore di 2 micron e quindi in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue e quindi i tessuti. Oltre ad essere degli irritanti di naso, gola ed occhi sono riconosciuti per le proprietà mutagene e cancerogene. Lo IARC (International Agency for Research on Cancer) ha inserito il benzoapirene e altri IPA nelle classi 2A o 2B (possibili o probabili cancerogeni per l'uomo).

Poiché è stato evidenziato che la relazione tra B(a)P e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di B(a)P viene utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua per il B(a)P il seguente indice:

- media annua: valore obiettivo 1,0 ng/m<sup>3</sup>; il valore obiettivo è riferito al tenore dell'inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub>.

Le concentrazioni rilevate, anche se il trend è di soli quattro anni e non per tutte le stazioni, mostrano un andamento con valori inferiori al valore obiettivo previsto dalla normativa, fa eccezione la stazione di Terni – Le Grazie che oltre a mostrare un superamento del valore per l'anno 2009 ha comunque valori generalmente più alti. In generale, anche se i dati sono relativi a pochi anni di monitoraggio, i valori sono generalmente superiori alle soglie di valutazione.

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi (con densità >5 g/cm<sup>3</sup>), anche se quelli rilevanti da un punto di vista ambientale sono solo una ventina. La normativa nazionale ha stabilito gli obiettivi di miglioramento

della qualità dell'aria per alcuni di essi: Piombo (Pb) Arsenico (As) Cadmio (Cd) e Nichel (Ni).

Il piombo (Pb) è un elemento in traccia altamente tossico che provoca avvelenamento per gli esseri umani; assorbito attraverso l'epitelio polmonare entra nel circolo sanguigno e si distribuisce in quantità decrescenti nelle ossa, nel fegato, nei reni, nei muscoli e nel cervello. La principale fonte di inquinamento atmosferico è costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina super (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Con il definitivo abbandono della benzina "rossa" i livelli di piombo nell'aria urbana sono notevolmente diminuiti. Altre fonti antropiche derivano dalla combustione del carbone e dell'olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

Gli altri metalli sottoposti a controllo (arsenico, cadmio e nichel), hanno come prevalenti fonti antropiche, responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli, l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. I composti del nichel (Ni) e del cadmio (Cd) sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo, l'esposizione ad arsenico (As) inorganico può causare vari effetti sulla salute, quali irritazione dello stomaco e degli intestini, e irritazione dei polmoni.

In generale metalli pesanti sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua i seguenti indici riferiti al tenore dell'inquinante presente nella frazione di PM10:

Piombo (Pb)

- media annua: valore limite 0.5 µg/m<sup>3</sup>.

Arsenico (As)

- media annua: valore obiettivo 6,0 ng/m<sup>3</sup>.

Cadmio (Cd)

- media annua: valore obiettivo 5,0 ng/m<sup>3</sup>.

Nichel (Ni)

- media annua: valore obiettivo 20,0 ng/m<sup>3</sup>.

Le concentrazioni rilevate mostrano valori inferiori ai limiti e valori obiettivo previsti dalla normativa in vigore per tutte le postazioni con una generale tendenza alla diminuzione. I valori registrati sono anche minori delle soglie di valutazione; fa eccezione per il solo nichel la stazione di Terni – Le Grazie in cui, pur mantenendo il rispetto del valore obiettivo, i valori rilevati sono più alti di quanto rilevato nelle altre postazioni e risultano anche superiori alle soglie di valutazione ma con un trend in diminuzione.

L'ozono (O<sub>3</sub>) troposferico è di origine sia antropica che naturale ed è un inquinante cosiddetto secondario, cioè non viene emesso direttamente da una o più sorgenti, ma si produce per effetto della radiazione solare in presenza di inquinanti primari quali gli ossidi d'azoto (NO<sub>x</sub>) e i composti organici volatili (COV), prodotti in larga parte dai motori a combustione e dall'uso di solventi organici. Il ruolo svolto dalla radiazione solare spiega il tipico andamento temporale, giornaliero e stagionale, delle concentrazioni dell'ozono, che si attesta sui valori più elevati nelle ore più calde del pomeriggio.

Il fenomeno della produzione di ozono si manifesta generalmente su aree geografiche ampie in periodi di forte irraggiamento solare e bassa umidità, prevalentemente in ore pomeridiane. Le concentrazioni di ozono più elevate si registrano normalmente nelle zone distanti dai centri abitati ove minore è la presenza di sostanze inquinanti con le quali, a causa del suo elevato potere ossidante, può reagire. In ambienti interni la concentrazione di ozono è notevolmente inferiore per questa sua elevata reattività che ne consente la rapida distruzione.

L'ozono è un inquinante molto tossico per l'uomo, è un irritante per tutte le

membrane mucose ed una esposizione critica e prolungata può causare tosse, mal di testa e perfino edema polmonare. È fra gli inquinanti atmosferici, quello che svolge una marcata azione fitotossica nei confronti degli organismi vegetali, con effetti immediatamente visibili di necrosi fogliare ed effetti meno visibili come alterazioni enzimatiche e riduzione dell'attività di fotosintesi. Pertanto in situazioni di "allarme" le persone più sensibili e/o a rischio è consigliabile rimangano in casa.

Per la valutazione della qualità dell'aria per la protezione della salute la normativa individua i seguenti indici:

#### Soglia di informazione

livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive:

- media oraria: valore limite 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Soglia di allarme

livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati. Per l'applicazione dell'articolo 10, comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive:

- media oraria: valore limite 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Valore obiettivo

livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita. Il raggiungimento dei valori obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012:

- media massima giornaliera calcolata su 8 ore valore soglia 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni

### Obiettivo lungo termine

livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana:

- media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile  
valore soglia 120 µg/m<sup>3</sup>

Si sottolinea che ad oggi la soglia di allarme non risulta mai superata.

Per quanto riguarda la soglia di informazione, a partire dal 2007 si evidenzia un netto trend alla diminuzione con episodi di superamento sempre più sporadici. Data la natura totalmente secondaria dell'inquinante ed il fatto che la sua formazione è anche notevolmente influenzata dall'insolazione e il suo comportamento è fortemente influenzato dalle condizioni climatiche specialmente da quelle estive, periodo dell'anno in cui avvengono i superamenti delle varie soglie.

Se poi andiamo ad analizzare il confronto con il valore obiettivo osserviamo che per il triennio 2008 - 2010 un terzo delle stazioni non rispetta il valore. Inoltre pur essendoci un trend di miglioramento la quasi totalità delle stazioni non rispetta l'obiettivo a lungo termine.

Partendo dall'analisi dei risultati degli anni di monitoraggio della qualità dell'aria sul territorio regionale, in base alla attuale rete di stazioni, si evince che le criticità maggiori si hanno per le polveri fini e il biossido di azoto per i quali in più aree si sono registrati superamenti dei limiti. Inoltre, anche se in aree più limitate, generano attenzione anche gli idrocarburi aromatici e il nichel i cui valori sono, però, molto prossimi ai valori obiettivo.

In riferimento al quadro delle emissioni il PQA riporta che le modifiche dovute agli scenari CLE (strategie nazionali ed internazionali) agiscono principalmente sul settore dei trasporti ed dell'energia. Questo porta ad una generale diminuzione delle emissioni, in particolare le polveri fini hanno una riduzione

percentuale delle emissioni del 8 % al 2015 e del 10 % al 2020; mentre gli ossidi di azoto hanno una riduzione percentuale del 24 % al 2015 e del 34 % al 2020.

Se si analizzano le variazioni dovute agli scenari tendenziali, che agiscono anche in questo caso prevalentemente su trasporto ed energia, rispetto agli scenari CLE, in particolare all'anno 2020, c'è un generale aumento degli inquinanti, in particolare del monossido di carbonio, imputabile prevalentemente alle nuove infrastrutture viarie. Fa eccezione il biossido di zolfo in cui la diminuzione prevista dagli scenari tendenziali è molto significativa: del 51 % rispetto allo scenario base.

Se si confronta lo scenario base e gli scenari tendenziali si evidenzia comunque il mantenersi della riduzione delle polveri fini del 10 % al 2015 e del 12 % al 2020, la riduzione degli ossidi di azoto del 25 % al 2015 e del 33 % al 2020.

Le analisi contenute nel PQA rilevano che le misure internazionali, nazionali e le strategie programmate a livello regionale mettono in evidenza la necessità di azioni aggiuntive regionali al fine di garantire il rispetto dei limiti della qualità dell'aria e, possibilmente, valori inferiori alla soglia di valutazione superiore. Gli inquinanti che evidenziano la necessità di azioni aggiuntive sono le polveri fini (PM10), il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), il benzo(a)pirene, il benzene e il nichel.

La riduzione delle concentrazioni al suolo degli inquinanti interessa tutta la regione e, pertanto, va effettuata a scala regionale al fine di un generale miglioramento della qualità dell'aria. Ovviamente, per raggiungere la riduzione delle concentrazioni al suolo si deve intervenire sulla riduzione delle emissioni e la maggiore efficacia si ha se si agisce sulle sorgenti di emissioni più importanti.

Dall'analisi delle emissioni regionali, le principali fonti di emissioni, key sources, analizzate per area indicano che nell'area urbana Perugia – Corciano più prossima all'area di intervento:

- il settore domestico, in particolare con riferimento alla combustione della legna, è il settore dominante per le emissioni di particelle sospese (PM10) con diametro inferiore a 10 micron (32 %).
- Il settore dei calcestruzzi contribuisce al 18 % sulle emissioni (PM10) per

la presenza di due grandi impianti di produzione a Corciano e Perugia;

- il settore del traffico stradale è il settore prevalente per le emissioni di ossidi di azoto (NOx) (circa il 75 %) e gioca un ruolo non trascurabile nelle emissioni di particelle sospese (PM10) (18 %).

### 5.3 Riferimenti normativi

La presente è dedicata alla ricostruzione del corpo normativo in materia di gestione e monitoraggio della qualità dell'aria ambiente. Di seguito è riportato un breve catalogo dei principali riferimenti normativi comunitari, nazionali, regionali e locali, con allegata in calce la sintesi dei loro rispettivi contenuti.

#### Normativa comunitaria

Direttiva 2015/1480/CE che modifica vari allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio recanti le disposizioni relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue 2008/50/CE. La direttiva stabilisce obiettivi di qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso. Questa stabilisce alcune linee guida per uniformare le determinazioni ambientali comunitarie e gli obiettivi di mantenimento e miglioramento della qualità dell'aria.

Direttiva 2004/107/CE. Concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente. Obiettivi della presente direttiva sono:

- fissare un valore obiettivo per la concentrazione di arsenico, cadmio, nickel e benzo(a)pirene nell'aria ambiente per evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi di arsenico, cadmio, nickel e degli idrocarburi policiclici aromatici sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso;
- garantire il mantenimento della buona qualità dell'aria ambiente e il suo miglioramento, negli altri casi, con riferimento all'arsenico, al cadmio, al

nickel e agli idrocarburi policiclici aromatici

- definire metodi e criteri comuni per la valutazione delle concentrazioni di arsenico, cadmio, mercurio, nickel e idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente, nonché della deposizione di arsenico, cadmio, mercurio, nickel e idrocarburi policiclici aromatici;

Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue 2001/81/Ce: Limiti nazionali di emissione in atmosfera di biossido di zolfo, ossidi di azoto, componenti organici volatili, ammoniaca - Testo consolidato.

La direttiva vuole limitare l'emissione di sostanze acidificanti ed eutrofizzanti e precursori dell'ozono onde tutelare la salute umana ed ambientale dai rischi derivanti dall'acidificazione eutrofizzazione e concentrazione di ozono al suolo. Questa stabilisce dei valori critici, e definisce dei limiti di riferimento per il 2010 ed il 2020.

#### Normativa Nazionale

D.M. del 26 gennaio 2017, che modifica e integra il D.Lgs. 155/2010, in particolare per i metodi di riferimento delle misure di qualità dell'aria.

DECRETO LEGISLATIVO 24 DICEMBRE 2012, N. 250. Qualità dell'aria ambiente - Modifiche ed integrazioni al Dlgs 13 agosto 2010, n. 155; definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei COV

DM AMBIENTE 29 NOVEMBRE 2012. Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria - di attuazione del Dlgs 13 agosto 2010, n. 155

DECRETO LEGISLATIVO 13/08/2010 n. 155: Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio, precursori dell'ozono) e stabilisce le modalità della trasmissione e i contenuti delle informazioni, sullo stato della qualità dell'aria, da inviare al Ministero dell'Ambiente.

DECRETO LEGISLATIVO 26.06.. 2008, n.120 Modifiche ed integrazioni al decreto

legislativo 3 agosto 2007, n. 152, di attuazione della direttiva 2004/107/CE relativa all'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

DECRETO LEGISLATIVO 3.08.2007, n. 152: Attuazione della direttiva 2004/107/Ce concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.

DECRETO LEGISLATIVO 3.04.2006, n. 152: Testo unico ambientale: Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera. La legge nella sua parte quinta e suoi relativi allegati definisce prescrizioni e limiti delle emissioni, in relazione ad inquinanti specifici ed effluenti di alcune tipologie di impianto. Negli allegati vengono definiti i limiti per le classi di sostanze inquinanti in relazione al rischio mutageno cancerogeno e tossico di sostanze organiche inorganiche polveri gas e liquidi.

Decreto direttoriale MinAmbiente 1° luglio 2005, n. 854: Linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra - Attuazione decisione 2004/156/Ce

DECRETO LEGISLATIVO 21.05. 2004, n. 171: Attuazione della direttiva 2001/81/Ce relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici (biossido di zolfo, ossidi di azoto, componenti organici volatili, ammoniaca).

La legge individua i limiti nazionali di emissione delle sovra menzionate specie inquinanti, e rappresenta il quadro di riferimento nazionale degli obiettivi da conseguire entro il 2010. In essa frattanto non sono indicati i limiti delle singole emissioni, ma gli indirizzi per il perseguimento di politiche ambientali sulla qualità dell'aria ambiente a grande scala.

#### 5.4 Scelta degli indicatori ambientali

I parametri scelti per il monitoraggio sono quelli indicati nella tabella seguente, mutuati dalle indicazioni delle Linee Guida ministeriali per il monitoraggio ambientale e dal D.Lgs 155/2010.

Tra quelli indicati, il parametro Polveri sospese totali sarà monitorato solo durante la fase di CO.

PARAMETRO	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	LIMITI DI LEGGE
CO	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	valore limite sulle 8 ore: 10 mg/m <sup>3</sup> come massimo giornaliero della media mobile 8 ore
PM10 e PM2,5	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Il valore limite come concentrazione media giornaliera è pari a 50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte l'anno;
		il valore limite come valore di concentrazione media annua è pari a 40 µg/m <sup>3</sup> ;
		valore limite di PM 2,5 come concentrazione media annua pari a 25 µg/m <sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
Polveri totali sospese	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Tale inquinante non presenta più alcun valore limite di riferimento orario né giornaliero. Per una prima valutazione di può assumere come livello di attenzione: 150 µg/m <sup>3</sup> come media giornaliera (rif. DM 25-11-1994, <u>anche se limite abrogato</u> )
SO2	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite orario 350 µg/m <sup>3</sup> (media oraria da non superare più di 24 volte per anno) per un periodo di mediazione orario
		Valore limite giornaliero: 125 µg/m <sup>3</sup> (Da non superare più di 3 volte per anno) per un periodo di mediazione giornaliero
NOx	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite per la protezione della vegetazione: 30 µg/m <sup>3</sup> media annua
NO2	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite orario: 200 µg/m <sup>3</sup> NOx da non superare più di 18 volte per anno civile (media oraria)
		Valore limite annuale: 40 µg/m <sup>3</sup> (media annua)
Benzene (C6H6)	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite annuale per la protezione della salute umana: media annua pari a 5 µg/m <sup>3</sup>
IPA	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Benzo(a)pirene come marker per il rischio sanitario degli IPA. Valore limite 1,0 ng/m <sup>3</sup> su un periodo di mediazione pari all'anno civile.

Pb	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore limite annuale 0.5 µg/m <sup>3</sup>
Arsenico	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Valore obiettivo riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile. 6 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	20 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	5 ng/m <sup>3</sup>
Ozono (O3)	D.Lgs. del 13 Agosto 2010, n. 155	Soglia di informazione 180 µg/m <sup>3</sup>
		Soglia di allarme 240 µg/m <sup>3</sup>
		Obiettivo a lungo termine 120 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 9 Parametri da monitorare e rispettivi limiti di legge

Parametri da valutare	Norma tecnica di riferimento	Metodo di Riferimento	Principio del Metodo
CO	UNI EN 14626:2012	spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva	assorbimento IR in accordo alla legge di Lambert-Beer
PM10 e PM 2,5	UNI EN 12341:2014 EN 16450:2017	gravimetria, assorbimento radiazione β	Pesa di membrane filtranti, attenuazione di raggi β emessi da sorgente radioattiva
Polveri totali sospese	UNI EN 12341:2014	gravimetria, assorbimento radiazione β	Pesa di membrane filtranti, attenuazione di raggi β emessi da sorgente radioattiva
SO <sub>2</sub>	UNI EN 14212:2012	misurazione mediante fluorescenza ultravioletta	Misurazione della fluorescenza emessa dall' SO <sub>2</sub> in presenza di radiazione eccitante
NO <sub>x</sub> NO <sub>2</sub>	UNI EN 14211:2012	chemiluminescenza	Registrazione della

			radiazione emessa da NO <sub>2</sub> eccitato prodotto dalla reazione di NO con flusso di ozono di analisi
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	UNI EN 14662:2015 parti 1,2 3	gascromatografia	Campionamento per pompaggio seguito da desorbimento termico o con solvente e gascromatografia (parti 1,2 della UNI); Campionamento per pompaggio automatizzato con gascromatografia in situ (parte 3 della UNI).
IPA	UNI EN 12341:2014 (per il campionamento) UNI EN 15549:2008 (per l'analisi)	cromatografia HPLC	il Benzo(a)pirene è determinato sul campione di PM <sub>10</sub> , dopo l'avvenuta pesata del particolato, per trattamento chimico e determinazione analitica (cromatografia HPLC per il B(a)P).
Pb- Arsenico-Nichel- Cadmio-	UNI EN 12341:2014 (per il campionamento) UNI EN 14902:2005 (per l'analisi)	spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo	i metalli sono determinati sul campione di PM <sub>10</sub> , dopo l'avvenuta pesata del particolato, per trattamento chimico e determinazione analitica (spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo, ICP-MS).
Ozono (O <sub>3</sub> )	UNI EN 14625:2012.	misurazione mediante fotometria ultravioletta	assorbimento UV in accordo alla legge di Lambert-Beer

Tabella 10 metodi di analisi da utilizzarsi per il monitoraggio dei principali parametri indicati

Ad integrazione delle determinazioni sopra riportate si dovranno registrare anche dati meteorologici relativi a temperatura, umidità relativa, regime anemometrico, pressione atmosferica, radiazione solare e precipitazioni, dati la cui determinazione è invalsa negli apparati di acquisizione delle più diffuse

centraline meteorologiche. La determinazione di questi ultimi, ha la funzione di definire le condizioni meteo diffuse che condizionano la diffusione e il trasporto dei contaminanti.

#### *5.5 Descrizione delle metodologie di campionamento ed analisi*

Per le metodologie di campionamento ed analisi in situ e in laboratorio si dovranno mutuare le metodiche di riferimento riconducibili a consolidati criteri di indagine proposti da autorevoli enti di uniformazione e standardizzazione nazionali ed internazionali (Europei UNI-EN ed extraeuropei ISO) e/o istituti di ricerca (Environmental protection Agency of United States of America), ISS (Istituto Superiore di Sanità), UNICHIM (ente di normazione tecnica operante nel settore chimico federato all'UNI - ente nazionale di UNificazione), ASTM (American Standard Test Method), DIN (Deutsches Institut für Normung) etc. Le metodiche di riferimento sono inoltre indicate all'allegato VI del D.Lgs 155/2010, e riportati nella **Tabella 10**.

#### Attività preliminari

Prima di procedere con l'uscita sul campo è necessario:

- richiedere alla Direzione Lavori l'aggiornamento della programmazione di cantiere;
- stabilire il programma delle attività di monitoraggio;
- caricare la programmazione delle campagne di monitoraggio nell'apposita sezione del SIT.

#### Sopralluogo in campo

Sarà necessario effettuare un sopralluogo finalizzato a verificare le seguenti condizioni:

- assenza di situazioni locali che possano disturbare le misure;
- accessibilità al punto di misura per tutta la durata prevista del monitoraggio ambientale;

- consenso della proprietà ad accedere al punto di monitoraggio, ove necessario;
- disponibilità e facilità di accesso agli spazi esterni delle proprietà private da parte dei tecnici incaricati delle misure;
- disponibilità del sito di misura per tutte le fasi in cui è previsto il monitoraggio;
- possibilità, ove necessario, di allacciamento alla rete elettrica;
- possibilità di installare pali per il monitoraggio dei parametri meteorologici.

Nel caso in cui un punto di monitoraggio previsto dal PMA non soddisfi in modo sostanziale una delle caratteristiche sopra citate, sarà scelta una postazione alternativa, ma pur sempre rappresentativa delle caratteristiche qualitative dell'area di studio, rispettando i criteri sopra indicati.

Nel corso del sopralluogo è molto importante verificare e riportare correttamente sulla scheda tutti i dettagli relativi alla localizzazione geografica, con particolare attenzione all'accessibilità al punto di campionamento/misura, in modo che il personale addetto all'analisi, in futuro, possa disporre di tutte le informazioni per accedere al punto di monitoraggio prescelto.

#### Acquisizione del permesso

Durante il sopralluogo, qualora per accedere all'area di interesse si renda necessario attraversare proprietà private, si dovrà procedere all'acquisizione di un permesso scritto in cui si dovranno riportare le seguenti informazioni:

- modalità di accesso alla sezione di misura;
- tipo di attività che sarà svolta dal personale tecnico incaricato;
- codice del punto di monitoraggio;
- modalità di rimborso di eventuali danni arrecati alla proprietà.

Si darà quindi inizio quindi all'installazione della strumentazione di misura, effettuando le relative tarature del caso e verificandone il corretto funzionamento.

L'attività di misura in campo consiste preliminarmente nella verifica delle corrette condizioni per il rilievo rispetto alle lavorazioni in corso; tale attività risulta fondamentale in particolare nella fase di CO in quanto l'operatore, oltre al controllo delle buone condizioni tecniche per l'esecuzione del rilievo, dovrà verificare che le lavorazioni in corso siano esattamente quelle per le quali è stato previsto il controllo a seguito dell'analisi del programma di cantiere.

Pertanto si possono presentare due casi:

1. *il rilievo non può avere luogo*: qualora ciò accada dovrà esserne data tempestiva comunicazione al coordinatore del monitoraggio. Nel caso in cui si siano verificate alterazioni significative delle condizioni iniziali in prossimità del punto di monitoraggio si potrà valutare l'opportunità di procedere alla rilocalizzazione del punto di monitoraggio (cosa che comporterà la definizione di un nuovo sito e la soppressione del precedente, con un aggiornamento dei punti di misura, un nuovo sopralluogo e una eventuale nuova richiesta di permesso di accesso alle proprietà private). Nel caso in cui al momento dell'uscita in campo non siano in corso le attività di costruzione previste dal programma lavori, una volta sentito il personale di cantiere, si potrà decidere di effettuare comunque il campionamento oppure concordare una nuova data in relazione agli obiettivi di monitoraggio fissati;

2. *il rilievo può avere luogo*: qualora venga svolta l'attività di misura, si dovrà compilare la scheda di campo nelle sezioni dedicate a:

- descrizione delle attività di costruzione in corso (nonché un accenno alle lavorazioni svolte nei giorni precedenti il campionamento);
- indicazione del punto di campionamento rispetto alla potenziale interferenza;

- indicazione delle condizioni meteorologiche in cui si è svolto il campionamento;
- indicazione della strumentazione utilizzata e della centralina meteorologica di riferimento;
- indicazione dei parametri in campo acquisiti;
- indicazione dei codici dei filtri/campionatori messi in campo per ogni tipologia di indagine.

Per la campagna di monitoraggio si farà ricorso ad un laboratorio mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria. Le tecniche e le apparecchiature impiegate rispondono tutte alle specifiche previste dalla vigente normativa in materia di monitoraggi della qualità dell'aria e vengono descritte nei paragrafi seguenti.

#### Attività successive all'uscita in campo

Una volta eseguita la campagna di monitoraggio sarà necessario:

- portare in laboratorio i campioni acquisiti, ove necessario;
- dare comunicazione dell'avvenuto campionamento;
- trasferire sulla scheda di misura informatizzata quanto registrato in campo;
- compilare la parte delle scheda di misura relativa alla sezione dedicata alle analisi di laboratorio non appena queste saranno disponibili;
- inviare tutti i dati acquisiti e non ancora trasmessi;
- procedere con la valutazione di eventuali situazioni anomale.

La scheda si compone di una sezione generale dedicata all'inquadramento della postazione di misura per ogni tipologia di rilievo. Si compileranno i campi in funzione del tipo di rilievo:

- dati polveri: sia per PTS che per PM<sub>10</sub> che per PM<sub>2,5</sub> saranno riportati i dati giornalieri con indicazione del codice del campione, i valori massimi, medi

e minimi registrati; saranno inoltre elaborati grafici che illustrano il trend temporale del parametro;

- dati inquinanti gassosi: saranno riportati i valori medi giornalieri ed il valore medio, minimo e massimo dell'intera campagna di misura; saranno inoltre elaborati grafici che illustrano il trend temporale del parametro;
- dati meteorologici: saranno riportati i valori medi giornalieri ed il valore medio, minimo e massimo dell'intera campagna di misura; saranno inoltre elaborati grafici che illustrano il trend temporale della quantità di pioggia, della velocità e della direzione del vento, della temperatura, dell'umidità.

#### 5.6 Scelta delle aree da monitorare

La scelta delle aree da monitorare per quanto riportato nel precedente paragrafo dovrà essere calata in quei punti in cui si apprezzi una prossimità preoccupante dei ricettori al tracciato di progetto e alle aree di cantiere.

Si stima che a fronte di una limitata incidenza dell'inquinamento atmosferico in fase di esercizio, il momento più critico è relativo alla realizzazione dell'infrastruttura, in particolare presso le aree di cantiere, vista la presenza di una rete insediativa diffusa su cui si ripercuoteranno i condizionamenti ambientali dovuti alla realizzazione dell'infrastruttura (cantierizzazione e avanzamento lavori).

Si può quindi dire che il criterio che ha guidato all'individuazione dei punti di monitoraggio è stato duplice:

- Per le fasi AO e PO, i recettori più sensibili si trovano in prossimità di tratti a cielo aperto laddove tenderebbero a concentrarsi i transiti, e le variazioni di velocità;
- Per la fase di CO, l'interesse è quello di intercettare sensibili variazioni di qualità atmosferica nei pressi di quei ricettori che possono subire le emissioni polverulente associate al cantiere. In particolare in relazione alla presenza di cantieri fissi ospitanti impianti o lavorazioni che

comportino emissioni significative; dei siti di deposito temporaneo dei materiali di scavo; del fronte avanzamento lavori; e delle piste e viabilità di cantiere.

In generale, i punti di monitoraggio sono stati individuati entro una fascia di 250 m dall'infrastruttura.

Le stazioni in corrispondenza dei ricettori maggiormente influenzati sono di seguito allegate:

punto di monitoraggio	Criticità rilevata
AT(1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traffico cantiere SS318 e pista area Calvario</li> <li>Distanza ravvicinata con imbocchi GN Picchiarella e GN Casacastalda e Viadotto Calvario</li> </ul>
AT(2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distanza ravvicinata da finestra GN Casacastalda;</li> <li>Distanza ravvicinata con sito di deposito area "B"</li> </ul>

Tabella 11 punti di monitoraggio della qualità dell'aria

### 5.7 Strutturazione delle informazioni

Il rapido accesso ai dati sarà assicurato dal Sistema Informativo Territoriale, predisposto in *ante operam*, che consentirà di gestire in modo tempestivo l'acquisizione ed il processo di analisi delle misure di monitoraggio; tutte le informazioni necessarie saranno subito disponibili per ST ed OA.

La georeferenziazione dei dati deve essere effettuata in sistema WGS-84 mentre per quanto riguarda il tipo di proiezione deve essere adottata la proiezione cilindrica traversa di Gauss, nella versione UTM.

Tutti i dati e le informazioni ricavate nelle fasi di CO e PO dovranno essere inserite nel SIT secondo i formati e le strutture identificate in AO e proprie della banca dati del SIT.

### 5.8 Gestione delle anomalie

Per la definizione delle criticità si ritiene opportuno in fase di corso d'opera fare riferimento ai soli parametri relativi a CO, NO<sub>x</sub>, particolato PM 10, PTS e agli eventuali IPA in esso contenuti (questi ultimi espressi come benzo(a)pirene, per valutare l'eventuale componente tossica delle polveri in prossimità dei ricettori).

I principali impatti sulla qualità dell'ambiente atmosferico sono infatti legati:

- alle polveri generate durante le operazioni di scavo, movimentazione terre e materiali di cantiere;
- alle polveri e agli inquinanti emessi o risospesi dai mezzi di trasporto e dal traffico legato alle attività di cantiere.

Al fine di individuare tempestivamente e puntualmente situazioni di di incipiente degrado, si conviene di focalizzare il monitoraggio della componente sui parametri sopra indicati in quanto più direttamente legati alle attività di movimentazione terre, scavi, passaggio di mezzi su piste sterrate, demolizioni, ecc., impostando un sistema di individuazione soglie condiviso con l'OA di pertinenza.

### 5.9 Azioni correttive

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

- verifica della correttezza del dato mediante controllo della strumentazione;
- confronto con le ultime misure effettuate nella stessa postazione.

In certi casi l'anomalia può perdurare per più giorni. La ripetizione della misura, nell'ambito della qualità dell'aria, non è da considerarsi come ripetizione dell'intera campagna di monitoraggio, bensì come ripetizione nell'arco di breve tempo, come ad esempio le medie orarie o giornaliere successive al verificarsi dell'evento anomalo. In questi casi specifici si può passare dallo stato di anomalia a quello di attenzione o allarme anche dopo un solo giorno.

Nel caso in cui il parametro si mantenesse anomalo, avendo accertato che la

causa sia legata alle lavorazioni in essere, si concorderà con la Committente e con l'Organo di controllo quale azione correttiva intraprendere. Le azioni correttive più opportune per tamponare la causa di eventuale compromissione individuata, saranno comunque da ricercare nel sistema di gestione ambientale che sarà redatto. Tra le attività da intraprendere che permettono una riduzione dell'impatto vi sono:

- riduzione velocità veicoli a 30 km/h nelle piste di cantiere;
- bagnatura delle piste;
- nebulizzazione acqua sui fronti di scavo;
- nebulizzazione acqua durante le demolizioni;
- adozione piste cantiere asfaltate o in pietrame costipato;
- limitazione dei transiti;
- impianti lavar ruote;
- bagnatura dei cumuli;
- copertura dei cumuli;
- limitazione di punti di stoccaggio;
- protezione dei cumuli dal vento (posizione ridossata);
- limitazione delle altezze di scarico;
- posizionamento teli antipolvere o quinte vegetali frangivento.

#### *5.10 Articolazione temporale del monitoraggio*

L'attività di monitoraggio sarà distinta in tre precisi momenti: ante operam, corso d'opera e post operam.

#### **Monitoraggio ante operam**

Il primo step consentirà la caratterizzazione delle condizioni di bianco dell'aria atmosferica, fornendo un criterio di paragone per la definizione degli obiettivi di qualità che si vorrebbero garantire durante le successive fasi di lavorazione.

#### **Monitoraggio corso d'opera**

Nelle medesime stazioni di misura si dovranno effettuare accertamenti per tutta la durata effettiva delle lavorazioni previste.

### Monitoraggio post operam

La valenza del piano di monitoraggio post operam assume connotati non troppo dissimili da quello del corso d'opera. A tal proposito si dovranno predisporre controlli trimestrali, protratti per un anno dalla consegna dell'opera e volti alla verifica delle previsioni effettuate e della validità delle opere di mitigazione ambientale.

In tutte le fasi si procederà con l'esecuzione di 4 campagne all'anno, due in periodo primavera/estate (1 aprile-30 settembre) ed una in periodo autunno/inverno (1 ottobre-30 marzo), con minimo 14 gg validi. Si allega a seguire la tavola sinottica degli accertamenti previsti:

punto di monitoraggio	Ante operam (12 mesi) Trimestrale	Corso d'opera (CO, NOx, PM10, PTS, IPA) Durata effettiva dei lavori	Post operam (12 mesi) trimestrale	Durata di una campagna di misura
AT(1)-AT(2)	4 volte/anno	4 volte/anno	4 volte/anno	Bisettimanale

Tabella 12 resoconto del numero di indagini del PMA sulla componente ambientale aria

Si precisa che la fase di CO è relativa al periodo di effettive lavorazioni che interessano il tratto d'opera interferito e che pertanto tali frequenze verranno gestite solo nel periodo effettivo di lavorazione su quel tratto. Conseguentemente la fase di PO avrà inizio differente da un tratto d'opera all'altro.

Si ritiene altresì opportuno attribuire un carattere di flessibilità al Piano, al fine di garantire una maggiore capacità di individuare eventuali impatti legati ad eventi non necessariamente riscontrabili con la frequenza di analisi stabilita alla precedente tabella. Per tale motivo, si prevede la possibilità di integrare gli accertamenti previsti con ulteriori da effettuarsi in corrispondenza di

attività/lavorazioni presumibilmente causa di pregiudizio per la componente in questione.

#### *5.11 Documentazione da produrre*

Nel corso del monitoraggio dovranno essere rese disponibili le seguenti evidenze:

- Schede di misura.
- Relazione di fase AO.
- Relazioni di fase CO e bollettini semestrali.
- Relazione di fase PO.
- Dati sul SIT.

#### Scheda di misura

È prevista la compilazione della scheda di misura con gli esiti dei campionamenti in situ e delle analisi di laboratorio.

#### Relazioni di fase

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nelle diverse fasi saranno redatte relazioni di fase, durante il corso d'opera saranno redatti anche bollettini con frequenza semestrale.

## 6 COMPONENTE AMBIENTALE RUMORE

### 6.1 Finalità del lavoro

Oggetto della presente sezione è il monitoraggio della componente rumore, per il quale si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nelle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA)" predisposte dalla Commissione Speciale di VIA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, aggiornate nel 2015.

Il monitoraggio dell'opera, nelle sue diverse fasi, è stato programmato al fine di tutelare il territorio e la popolazione residente dalle possibili modificazioni del clima acustico che la costruzione dell'opera ed il successivo esercizio possono comportare. In fase di esecuzione delle opere il sistema di accertamenti predisposto funge anche da sensore di allarme.

Si è quindi previsto di rilevare, in CO, sia il rumore immesso nell'ambiente direttamente dai cantieri operativi e dal fronte di avanzamento lavori, sia il rumore generato dal traffico dovuto alle attività di cantiere nei loro percorsi (percorso cava - cantiere, percorso cantiere - cantiere, et.) nelle aree circostanti la viabilità esistente.

L'impatto acustico della fase di cantiere ha caratteristiche di transitorietà, in alcun modo correlate all'inquinamento da rumore prodotto dalla futura infrastruttura. Nelle aree di cantiere sono inoltre presenti numerose sorgenti di rumore, che possono realizzare sinergie di emissione acustica, in corrispondenza del contemporaneo svolgimento di diverse tipologie lavorative.

### 6.2 Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente

La presente relazione è stata redatta utilizzando come supporto i documenti di seguito elencati:

- Zonizzazione acustica comunale;
- Progetto Esecutivo.

L'area presenta un evidente rilievo naturalistico, ed è pressoché esente da

condizionamenti antropici responsabili della degradazione del campo acustico; l'unica eccezione è rappresentata dunque dal presente collegamento, che ai fini della modellizzazione fisica del fenomeno può interpretarsi come una sorgente lineare di emissione.

Di seguito si riporta la disamina del Piano di Zonizzazione acustica del Comune di Valfabbrica, con chiaro riferimento alla legenda delle tavole di zonizzazione ed agli stralci della sovrapposizione delle tavole di zonizzazione con il tracciato di progetto. A seguire una disamina puntuale dei limiti acustici derivanti dalle fattispecie di interferenza individuate sia in riferimento alla fase di esercizio che alla fase di corso d'opera.



Classe I - Aree particolarmente protette



Classe II - Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale



Classe III - Aree di tipo misto



Classe IV - Aree di intensa attività umana

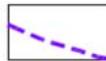


Classe V - Aree prevalentemente industriali

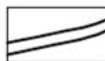


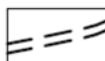
Classe VI - Aree esclusivamente industriali

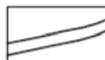
-  Limite fascia A di pertinenza acustica m.100  
(strada tipo B-extraurbana principale)
-  Limite fascia B di pertinenza acustica m.150  
(strada tipo B-extraurbana principale)
-  Limite fascia B di pertinenza acustica m.250  
(strada tipo B-extraurbana principale di progetto)
-  Limite fascia A di pertinenza acustica m.100  
(strada tipo Cb-extraurbana secondaria)
-  Limite fascia B di pertinenza acustica m.50  
(strada tipo Cb-extraurbana secondaria)
-  Limite fascia di pertinenza acustica m.30  
(strada F-locale)

 contatto tra classi acustiche non contigue

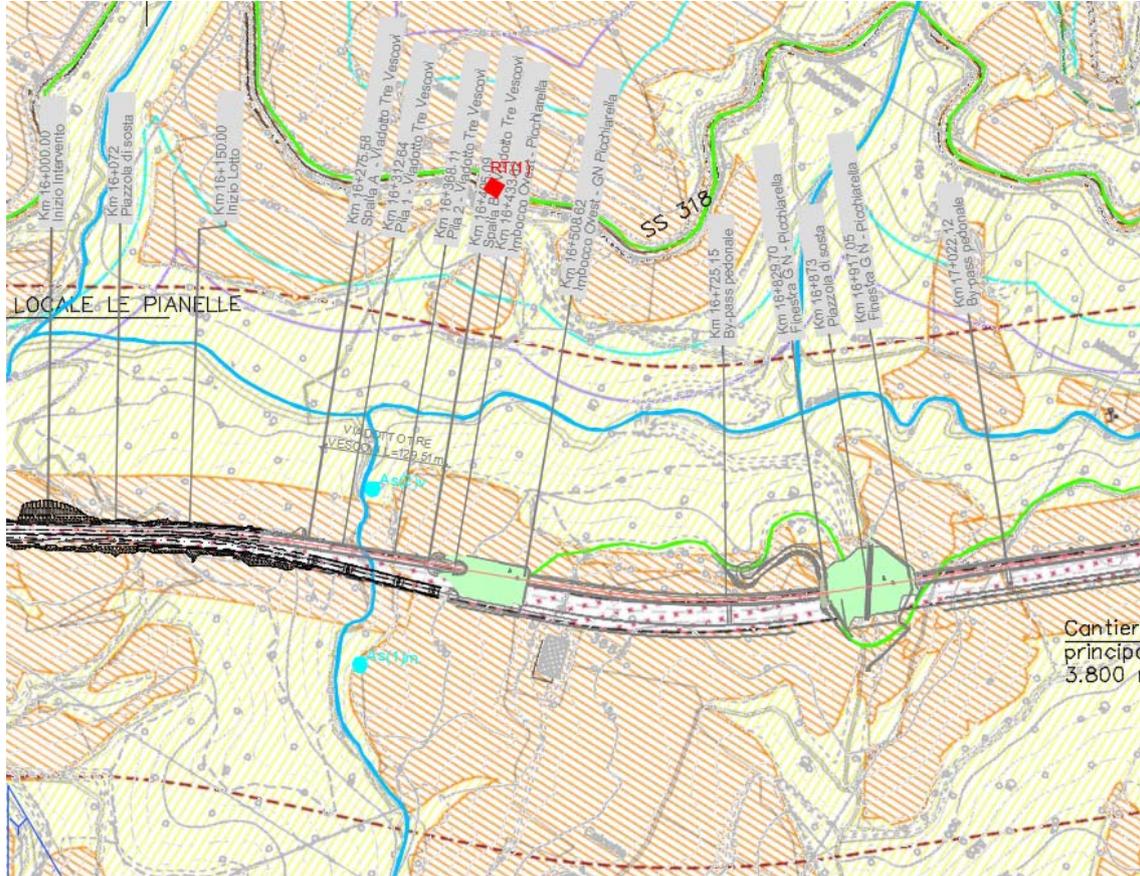
 aree da destinare a spettacolo a carattere temporaneo, mobile o all'aperto

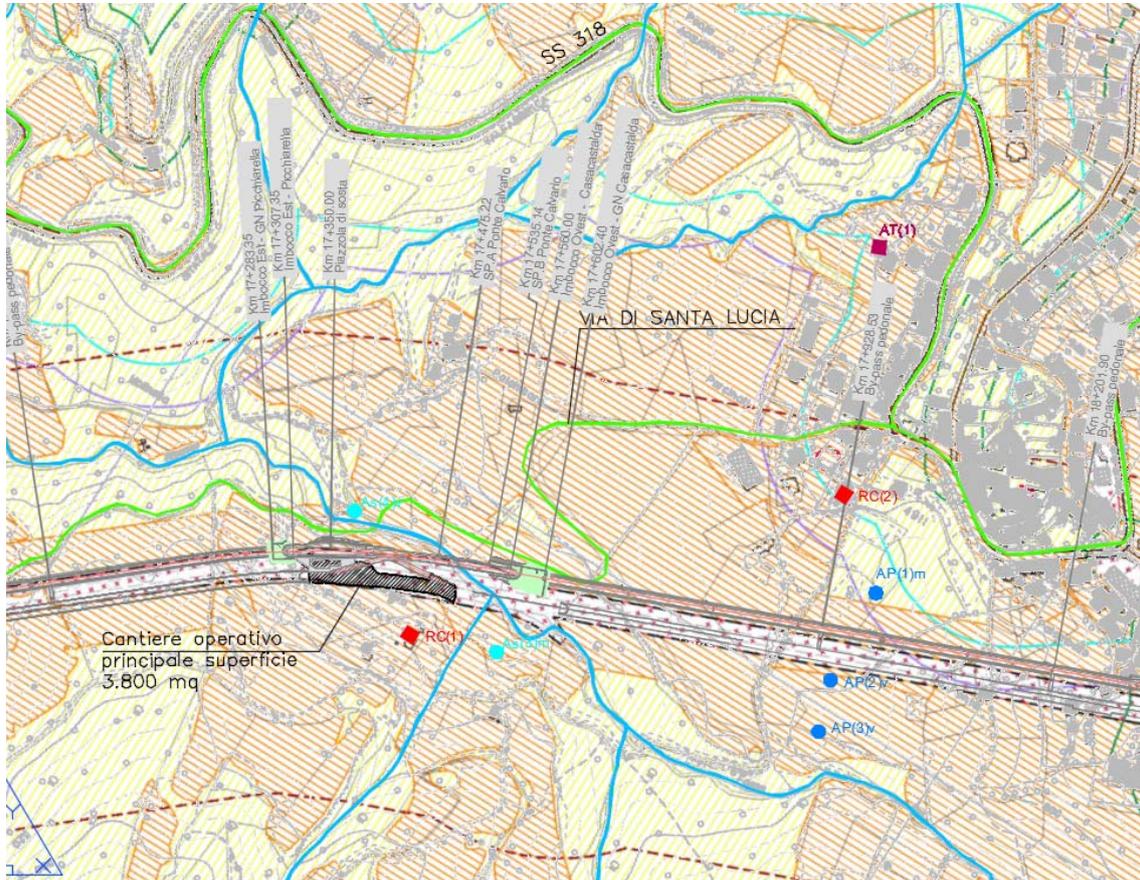
 Strada tipo B- extraurbana principale

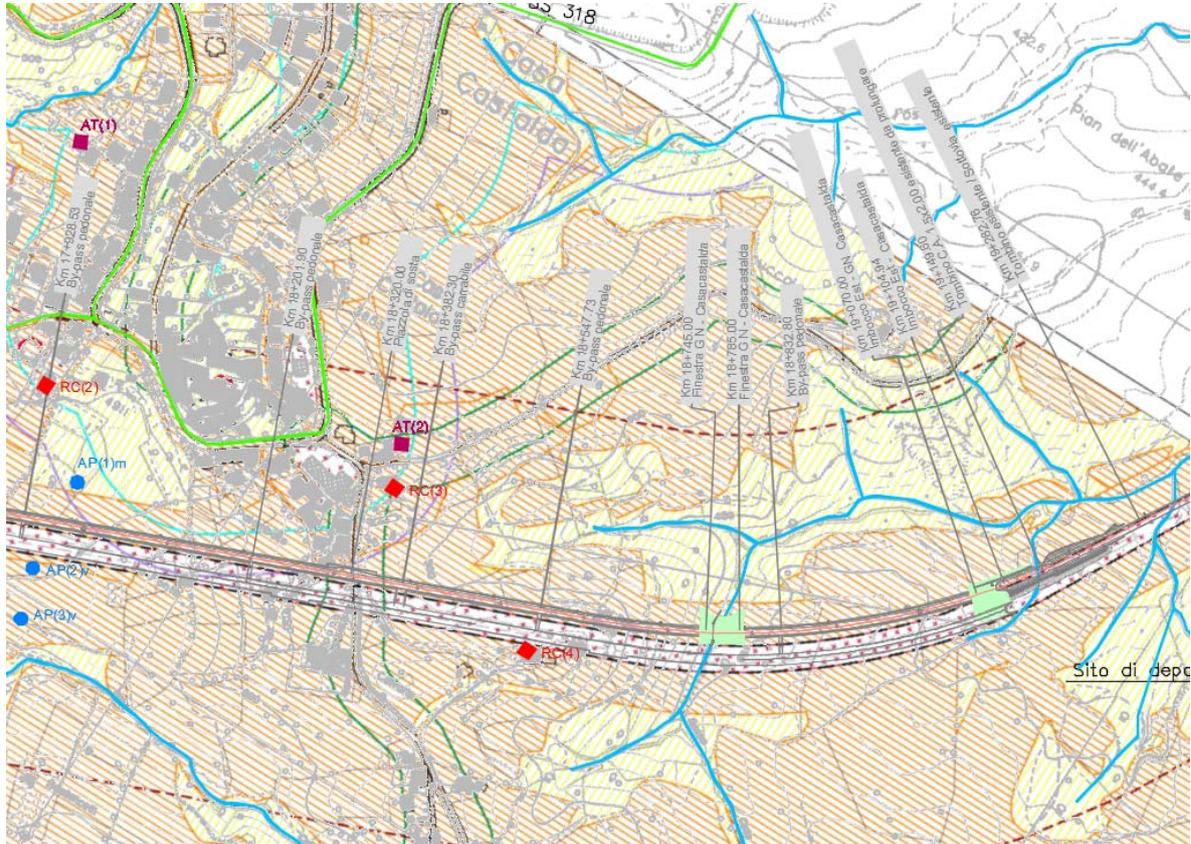
 Strada tipo B- extraurbana principale di progetto

 Strada tipo C- extraurbana secondaria

 Strada tipo F







Il Piano di Zonizzazione acustica del comune di Valfabbrica di cui agli stralci precedenti è stato approvato con D.C.C. n. 55 del 28/11/12 e nella tavola di piano "Tavola C" riporta il corridoio stradale del lotto in fase di progettazione esecutiva e la sua fascia di pertinenza acustica denominata "limite di fascia B di pertinenza acustica m.250 (strada tipo B-extraurbana principale di progetto)".

Ai fini della zonizzazione acustica, la nuova PG-AN di tipo B, sia per il tratto già in esercizio che per quello di progetto, è stata assegnata **Classe IV** "Aree di intensa attività umana", mentre le aree esterne alla fascia di pertinenza acustica stradale di 250 metri classificate come:

**CLASSE II** - "aree destinate ad uso prevalentemente residenziale":

rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.

**CLASSE III – "aree tipo misto":**

rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

Come definito dall'art. 11 della Legge Quadro n. 447/995 i valori limite assoluti di immissione e di emissione relativi all'infrastruttura stradale all'interno della fascia di pertinenza sono fissati dal decreto attuativo per le infrastrutture stradali DPR 142/2004.

Dunque i valori limite di immissione diurni e notturni presso i ricettori residenziali e sensibili da rispettare sono quelli di cui al DPR 142/2004-Allegato I-Tabella 1 "*Strade di nuova realizzazione*" e rispettivamente pari a 50 dB(A) Diurno e 40 dB(A) Notturmo per i ricettori sensibili, 65dB(A) Diurno e 55dB(A) Notturmo per altri ricettori (residenziali).

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo D.M. 5.11.01 - Norme funz. E geom. Per la costruzione delle strade)	Amplezza 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)
<b>A – autostrada</b>		250	50	40	65	55
<b>B - extraurbana principale</b>		250	50	40	65	55

All'esterno di tali fasce dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione e per tutte le are esterne valgono i limiti imposti dal PZA.

Per quanto attiene dunque ai valori limite da tenere in considerazione all'esterno delle fasce di pertinenza acustica il DPCM 14/11/1997 fissa per ciascuna classe, i limiti massimi di esposizione al rumore all'interno di ogni zona

territoriale, indicando come indicatore il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, espresso in dB(A), ed associando ad ogni zona quattro coppie di valori limite, uno per il periodo diurno (dalle 6.00 alle 22.00) ed uno per il periodo notturno (dalle 22.00 alle 6.00).

Due coppie sono :

- valori limite di emissione
- valori limite di immissione (suddivisi in assoluti e differenziali)

Le altre due coppie sono relative alla pianificazione delle azioni di risanamento e sono:

- valori di attenzione
- valori di qualità

#### Valori limite di emissione

Ai sensi dall'art. 2, comma 1, punto e della Legge quadro 447/95 è il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa. I rilevamenti e le verifiche sono effettuate in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità. I valori limite di emissione del rumore prodotto da sorgenti mobili e da singoli macchinari costituenti le sorgenti sonore fisse, laddove previsto, sono anche regolamentati dalle norme di omologazione e certificazione delle stesse. Tali valori sono riportati nella tabella B dell'art. 2, del DPCM 14/11/1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" :

DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

Tabella B - VALORI LIMITE DI EMISSIONE - Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I Aree particolarmente protette	45	35
II Aree prevalentemente residenziali	50	40
III Aree di tipo misto	55	45
IV Aree di intensa attività umana	60	50
V Aree prevalentemente industriali	65	55
VI Aree esclusivamente industriali	65	65

### Valori limite di immissione

I Valori limite di immissione sono suddivisi in due tipi valori limite assoluti di immissione e valori limite differenziali di immissione. Il valore limite assoluto di immissione è il valore massimo di rumore, determinato con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale, che può essere immesso dall'insieme delle sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno misurato in prossimità dei ricettori.

Tali valori sono riportati nella tabella B dell'Art. 2, del DPCM 14/11/1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore":

DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

Tabella C - VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE - Leq in dB(A)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I Aree particolarmente protette	50	40
II Aree prevalentemente residenziali	55	45
III Aree di tipo misto	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

Come detto precedentemente i valori sopra riportati non si applicano alle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali ed alle altre sorgenti sonore di cui all'art. 11 della Legge Quadro n. 447/995 (autodromi, ecc.) all'interno delle rispettive fasce di pertinenza. All'esterno di tali fasce dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

All'interno di tali fasce, le sorgenti diverse da quelle sopra elencate devono rispettare singolarmente i valori limite di cui alla tabella B e nel loro insieme i valori limite di cui alla tabella C. I valori limite assoluti di immissione e di emissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti all'interno delle rispettive fasce di pertinenza sono fissati da specifici decreti attuativi: per le infrastrutture stradali il DPR 142/2004, per le infrastrutture ferroviarie il DPR 459/98.

#### Valori limite differenziali di immissione

E' la differenza massima tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo, all'interno degli ambienti abitativi. Ed è pari a 5 dB(A) dalle 6.00 alle 22.00 e pari a 3 dB(A) dalle 22.00 alle 6.00. Tali valori limite non si applicano:

- nelle aree classificate "VI Aree esclusivamente industriali";
- nei seguenti casi in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

- se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.
- alla rumorosità prodotta da:
  - infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
  - attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;

servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Si riporta di seguito quanto riportato nelle NTA del PZA di Valfabbrica circa le attività rumorose temporanee:

*"CAPO 3 - ATTIVITA' RUMOROSE TEMPORANEE*

*Art. 11 - Attività rumorose temporanee*

*1. Si definisce attività rumorosa temporanea quella che comporta l'uso di impianti, apparecchiature, macchine di ogni genere in **attività di carattere produttivo, ricreativo, socio-culturale, sportivo, o di ogni altro tipo, che comporti emissioni sonore provocanti sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o determinanti un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente, e che si esaurisca in periodi di tempo limitati o sia legata ad ubicazioni variabili e che viene svolta all'aperto o in strutture precarie o comunque al di fuori di edifici o insediamenti aziendali. Sono da escludersi le attività ripetitive.***

*2. Sono da considerarsi attività rumorose a carattere temporaneo, oltre a quelle già indicate al comma 1:*

- *quelle esercitate presso pubblici esercizi o circoli privati a supporto dell'attività principale licenziata (quali ad es.: piano-bar, serate musicali, ecc.), allorquando non superino complessivamente 30 giornate nell'arco di un anno;*
- *i cantieri edili, stradali ed assimilabili.*

*Art. 12 - Autorizzazioni comunali per le attività rumorose temporanee*

*1. Il Piano di classificazione acustica individua nelle seguenti aree:*

- *Valfabbrica centro storico;*
- *Casacastalda centro storico;*
- *Zona Ppu individuata al foglio 70 particelle 495 e 537 del Nuovo catasto territoriale;*
- *Zona Ppu individuata al foglio 79 particelle 153, 155, 178, 177 e 323 del Nuovo catasto territoriale;*
- *Zona Spu individuata al foglio 16 particelle 223 e 224 del Nuovo catasto territoriale;*

*le aree preferibilmente destinate a spettacolo a carattere temporaneo, ovvero mobile, ovvero all'aperto.*

*2. Il Comune può autorizzare lo svolgimento di attività rumorose temporanee anche al di fuori delle aree individuate, di cui al precedente comma 1, qualora ciò sia necessario per il corretto svolgimento delle stesse e tenuto conto di quanto ai successivi commi 2, 3 e 4.*

*3. L'Amministrazione comunale entro un anno dall'approvazione del Piano di classificazione acustica adotta uno specifico regolamento per lo svolgimento delle attività rumorose temporanee.*

*4. Fino all'emanazione del regolamento comunale di cui al comma 1 le attività rumorose temporanee potranno essere autorizzate dal Comune, sulla base degli artt. 12, 13, 14, 15 del Regolamento Regionale n. 1/2004, valutando caso per caso le caratteristiche e la compatibilità con il piano di classificazione acustica.*

*5. Il Comune, ai sensi dell'art. 12 commi 2 e 3 del Regolamento Regionale n. 1/2004, può concedere deroghe per lo svolgimento di attività rumorose temporanee rispetto ai limiti di rumorosità definiti dal Piano di classificazione acustica nelle aree interessate da tali attività qualora ciò risulti indispensabile allo svolgimento delle stesse ed adottando opportune prescrizioni per limitare al minimo l'inquinamento acustico provocato."*

*6.3 Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici*

La presente sezione sarà pienamente dedicata alla ricostruzione del corpo

normativo in materia di gestione e monitoraggio della qualità del clima acustico. Di seguito è riportato un catalogo dei principali riferimenti normativi comunitari, nazionali, regionali e locali, con allegata in calce la sintesi dei loro rispettivi contenuti.

**Normativa comunitaria**

Direttiva 2006/42/CE:

Direttiva relativa alle macchine di modifica della 95/16/CE

Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue n. 2003/10/Ce:

Prescrizioni minime di protezione dei lavoratori contro il rischio per l'udito -  
Testo vigente

Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue n. 2000/14/Ce:

Emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a  
funzionare all'aperto - Testo vigente

Direttiva Parlamento europeo Consiglio Ue n. 2002/49/Ce:

Determinazione e gestione del rumore ambientale

Norme ISO 1996/1, 1996/2 e 1996/3:

Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise  
-- Part 2: Determination of environmental noise levels

**Normativa nazionale**

Dlgs 19.08.. 2005, n. 194:

Attuazione della direttiva 2002/49/Ce relativa alla determinazione e alla gestione  
del rumore ambientale

Dpr 30.03.2004, n. 142:

Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico

derivante dal traffico veicolare

Dlgs 4.09.2002, n. 262:

Macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto - Emissione acustica ambientale - Attuazione della direttiva 2000/14/Ce - Testo vigente

Dm Ambiente 29.11.2000:

Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore da parte delle società di gestione del servizio pubblico e dei trasporti- Testo vigente

DECRETO 26.06.1998, n. 308.:

Regolamento recante norme di attuazione della direttiva 95/27/CE in materia di limitazione del rumore prodotto da escavatori idraulici, a funi, apripista e pale caricatori.

Dm Ambiente 16.03.1998:

Inquinamento acustico - Rilevamento e misurazione

Dpcm 14.11.1997 :

Valori limite delle sorgenti sonore

norma UNI 9884 1997:

Acustica- Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale

Legge 26.10.1995, n. 447:

Legge quadro sull'inquinamento acustico

D.M. 4.03.1994, n. 316:

Regolamento recante norme in materia di limitazione del rumore prodotto dagli

escavatori idraulici e a funi, apripista e pale caricatrici. (G.U. 27.05.1994, n. 122).  
Abrogato dal Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 262.

D.L.vo 27.01.1992, n. 135:

Attuazione delle Direttive 86/662/CEE e 89/514/CEE in materia di limitazione del rumore prodotto dagli escavatori idraulici e a funi, apripista e pale caricatrici (G.U. 19.02.1992, n. 41). Abrogato dal Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 262.

Dpcm 1.03. 1991:

Limiti massimi di esposizione - Testo vigente

D.M. n. 588 DEL 28/11/1987:

Attuazione delle direttive CEE n. 79/113, n. 81/1051, n. 85/405, n. 84/533, n. 85/406, n. 84/534, n. 84/535, n. 85/407, n. 84/536, n. 85/408, n. 84/537 e n. 85/409 relative al metodo di misura del rumore, nonché del livello sonoro o di potenza acustica di motocompressori gru a torre, gruppi elettrogeni di saldatura, gruppi elettrogeni e martelli demolitori azionati a mano, utilizzati per compiere lavori nei cantieri edili e di ingegneria civile. Supplemento Ordinario n° 73 del 28/03/1988

#### 6.4 Scelta degli indicatori ambientali

La normativa in materia di inquinamento acustico è ampia e complessa, e la sua considerazione costituisce il riferimento fondamentale su cui strutturare una campagna di monitoraggio.

La definizione di una rete di monitoraggio dovrà integrare le indicazioni progettuali, i documenti progettuali e le prescrizioni legislative vigenti, cercando di verificare le risultanze delle valutazioni specialistiche effettuate. Per quanto il monitoraggio sia preordinatamente finalizzato all'accertamento dei disturbi

lungo la sede stradale, il periodo di incantieramento e realizzazione dell'opera imporrà particolari cautele anche rispetto ad operazioni, fasi ed esternalità associate alla sua costruzione.

Il monitoraggio dovrà dunque prevedere schemi di misurazione diversificati a seconda delle finalità di indagine (Monitoraggio del disturbo stradale, monitoraggio del disturbo associato alle aree di cantiere, monitoraggio del disturbo sul fronte di avanzamento dei lavori, monitoraggio dei mezzi pesanti e delle macchine operatrici sulla viabilità di cantiere) e promuovere l'acquisizione di parametri e variabili che siano le più idonee a descrivere gli aspetti e le circostanze emerse di volta in volta.

La scelta degli indicatori sarà per intero mutuata dalle prescrizioni normative, che impongono il rispetto di limiti ben precisi; la necessità di dimostrare in termini di legge il rispetto di tutti i valori soglia per l'inquinamento acustico impone frattanto la scelta di quei parametri che sono contenuti nel corpo e negli allegati della normativa di riferimento, comprensiva tra gli altri anche delle prescrizioni inerenti le modalità di collezionamento dei dati ed i riferimenti tecnici specifici.

Allo scopo di verificare la conformità dei rilevamenti fonometrici e per valutare gli effetti delle condizioni atmosferiche sulla propagazione del suono, saranno da effettuarsi anche le misurazioni dei parametri meteorologici in parallelo ai rilevamenti acustici.

Pertanto, nel corso delle campagne di monitoraggio nelle 3 fasi temporali verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

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

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

### Parametri acustici

Per quanto riguarda i descrittori acustici, i riferimenti normativi indicano il livello

di pressione sonora come il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro.

In accordo con quanto ormai internazionalmente accettato, tutte le normative esaminate prescrivono che la misura della rumorosità ambientale venga effettuata attraverso la valutazione del livello equivalente (Leq) ponderato "A" espresso in decibel.

Oltre il Leq è opportuno acquisire i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L95 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 90 e il 95% del tempo di rilevamento. Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L10), media (L50) e di fondo (L90 e, maggiormente, L95).

#### Parametri meteorologici

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

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Le misurazioni di tali parametri sono effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/s;
- presenza di pioggia e di neve.

#### Parametri di inquadramento territoriale

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

studio e dei relativi punti di misura.

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

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

Allo scopo di consentire il riconoscimento ed il riallestimento dei punti di misura nelle diverse fasi temporali in cui si articola il programma di monitoraggio, durante la realizzazione delle misurazioni fonometriche devono essere effettuate delle riprese fotografiche, al fine di consentire una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

Le condizioni meteo definiscono delle regole di validazione dei dati acustici misurati.

La misura di periodo (diurno o notturno) può considerarsi accettabile a condizione che la frazione del tempo per cui si hanno dati validi sia superiore al 70% del tempo complessivo, ovvero:

- almeno 6 ore/8 ore per il periodo notturno;
- almeno 11 ore/16 ore per il periodo diurno;
- almeno 5 Leq di periodo diurno e 5 Leq di periodo notturno validi per la valutazione dei livelli settimanale (diurno e notturno).

Dovrà inoltre essere predisposto un prospetto sintetico con l'elenco dei punti in cui è occorso un evento di pioggia, con l'indicazione della relativa durata, il periodo di riferimento e le ore di misura valide secondo la struttura di seguito riportata;

Stazione	Eventi Pioggia	Ore tot pioggia	Periodo di riferimento	Ore misura valide

Tabella 13 Descrizione condizioni meteo durante il monitoraggio

In tutti i casi in cui non dovessero essere rispettati i criteri di cui sopra la misura relativa dovrà essere ripetuta.

### 6.5 Indicatori acustici e criteri di misura della fase ante operam

Ha lo scopo fondamentale di definire quantitativamente in maniera testimoniale la situazione acustica delle aree da sottoporre a Monitoraggio Ambientale 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) successivamente devono essere composti sui due periodi di riferimento allo scopo di ottenere i Livelli diurno (06-22, **Leq,d**) e notturno (22-06, **Leq,n**).

Allo scopo di ottenere ulteriori informazioni sulle caratteristiche della situazione acustica delle aree oggetto del Monitoraggio Ambientale, devono essere determinati anche i valori su base oraria dei livelli statistici cumulativi **L1, L10, L50, L90, L95**. È possibile, quindi, ottenere indicazioni su come si distribuiscono

statisticamente nel tempo i livelli di rumorosità ambientale nelle varie fasi del monitoraggio. Inoltre devono essere restituite sia le curve distributive che cumulative suddivise in giorno e notte per ogni singola giornata di rilievo.

Le misurazioni eseguite con la metodologia descritta (**misure tipo TV: Traffico Veicolare**) devono avvenire in modo continuo su un **periodo temporale complessivo pari a un'intera settimana (Leq, settimanale)**, comprensivo quindi di giornate prefestive e festive. Questa procedura è applicata nel caso in cui le **sorgenti sonore prevalenti** fossero rappresentate, come nella fattispecie, dal **traffico stradale** come previsto dalle vigenti normative sulle tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico (Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/3/98).

Le centraline di monitoraggio devono essere collocate, in conformità al DM 16/3/1998, in corrispondenza degli edifici maggiormente esposti al rumore e comunque più sensibili all'impatto acustico, ad una distanza non inferiore ad 1 metro dalle superfici fonoriflettenti e ad un'altezza variabile tra circa 1,5 m e 4 m dal piano campagna.

Per la tempistica di restituzione dei dati di misura si rimanda ai paragrafi relativi alle diverse tipologie di misura.

Le misure devono essere effettuate una sola volta prima dell'inizio dei lavori (fase ante-operam).

#### *6.6 Indicatori acustici e criteri di misura della 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 devono avvenire su un arco temporale totale pari alla durata prevista per la completa realizzazione della nuova infrastruttura, come indicato nel cronoprogramma lavori.

La metodologia adottata, in relazione alle grandezze acustiche da misurare e alla modalità di campionamento, è del tutto simile a quella descritta nel precedente paragrafo in relazione alle indagini fonometriche nella fase anteoperam.

In aggiunta a quanto descritto per la fase di AO, gli accertamenti di corso d'opera saranno rivolti a valutare le esternalità associate a **tre diversi scenari: viabilità di cantiere, presidi di cantiere e fronte di avanzamento delle lavorazioni.**

**Fronte avanzamento lavori. Tipologia di misura: LF**

- Monitoraggio in continuo per 24 ore in punti ubicati in prossimità degli edifici maggiormente esposti al rumore generato dalle attività di costruzione in relazione all'avanzamento lavori da cronoprogramma;
- elaborazione e restituzione dei dati grezzi in banca dati del SIT con la massima tempestività fatta salva la tempistica minima di restituzione dell'esito del monitoraggio;
- raccolta delle informazioni sulle attività di cantiere (dalla Direzione Lavori)

In condizioni di criticità o nel caso si verificano condizioni di anomalia la comunicazione ai Soggetti interessati avverrà con la massima tempestività tramite SIT.

Le misure devono essere effettuate durante le lavorazioni corrispondentemente al fronte di avanzamento lavori del cantiere, ma comunque senza prescindere dalle informazioni presso la D.L. circa la programmazione delle lavorazioni significative.

Per la caratterizzazione del clima acustico dei ricettori limitrofi alle aree di cantiere (Fase corso d'opera) il tipo di misura prevede il rilievo per 24 ore in continuo dei seguenti parametri acustici:

- LAeq nel periodo di massimo disturbo;
- LAeq con tempo di integrazione di 1 ora;
- livelli statici cumulativi L1, L10, L50, L90, L95;
- curve distributive e cumulative suddivise in giorno e notte;
- LAeq sul periodo diurno (06-22);
- LAeq sul periodo notturno (22-06);
- dati meteorologici temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità e direzione del vento registrati durante le operazioni di misura (media giornaliera) e gli intervalli di pioggia.

### Aree di cantiere. Tipologia di misurazione: LC

- Monitoraggio in continuo per 24 ore mediante centraline fisse in punti coincidenti con quelli propri della fase ante operam o, se sono cambiate notevolmente le condizioni al contorno rispetto all'ante operam, ubicati in prossimità degli edifici maggiormente esposti al rumore generato dalle attività di costruzione e prossimi alle aree di cantiere e aree di stoccaggio;
- elaborazione e restituzione dei dati grezzi in banca dati del SIT con la massima tempestività fatta salva la tempistica minima di restituzione dell'esito del monitoraggio;
- raccolta delle informazioni sulle attività di lavorazione che si svolgono nei cantieri (fornite dalla Direzione Lavori);
- elaborazioni dei dati su base quindicinale, verifica dei risultati e stesura di rapporti bisettimanali integrati da una descrizione delle attività dei cantieri (punto precedente) ed eventuale correlazione, laddove possibile, tra queste ultime e i valori di livelli sonori particolarmente elevati.

In condizioni di criticità o nel caso si verificano condizioni di anomalia la comunicazione ai Soggetti interessati avverrà con la massima tempestività tramite SIT.

Le misure devono essere effettuate durante le lavorazioni una volta ogni sei mesi ma comunque senza prescindere dalle informazioni presso la D.L. circa la programmazione delle lavorazioni significative.

Per la caratterizzazione del clima acustico dei ricettori limitrofi alle aree di cantiere (Fase corso d'opera) il tipo di misura prevede il rilievo per 24 ore in continuo dei seguenti parametri acustici:

- LAeq nel periodo di massimo disturbo;
- LAeq con tempo di integrazione di 1 ora;
- livelli statici cumulativi L1, L10, L50, L90, L95;
- curve distributive e cumulative suddivise in giorno e notte;
- LAeq sul periodo diurno (06-22);
- LAeq sul periodo notturno (22-06);

- dati meteorologici temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità e direzione del vento registrati durante le operazioni di misura (media giornaliera) e gli intervalli di pioggia.

Con riferimento alle misure LC e LF, si specifica che le operazioni e le lavorazioni eseguite all'interno dei cantieri stradali generalmente superano i valori limite, assoluti e relativi, fissati dalla normativa vigente (DPCM 14/11/1997), sia per tipologia di lavorazione che per tipologia di macchine e attrezzature utilizzate. Tuttavia per le sorgenti connesse con attività temporanee, ossia che si esauriscono in periodi di tempo limitati e che possono essere legate ad ubicazioni variabili, la legge quadro 447/95 prevede la possibilità di deroga al superamento dei limiti da richiedere al comune di competenza. Laddove, quindi, le previsioni di impatto acustico effettuate per un cantiere determinino un superamento dei limiti vigenti, nonché risultino non sufficienti gli interventi di mitigazione proposti, è necessario chiedere l'autorizzazione in deroga al comune presentando apposita domanda. Per le attività di cantiere autorizzate in deroga non si applica il limite differenziale, né le penalizzazioni previste dalla normativa tecnica per le componenti impulsive, tonali e/o a bassa frequenza.

#### Viabilità dei mezzi di cantiere. Tipologia di misura: LM

- Monitoraggio in continuo per 24 ore mediante centraline fisse rilocabili in punti coincidenti con quelli relativi alla fase ante operam o, se è variata la rete di viabilità, ubicati in prossimità degli edifici più esposti all'inquinamento acustico;
- elaborazione e restituzione dei dati grezzi in banca dati del SIT con la massima tempestività fatta salva la tempistica minima di restituzione dell'esito del monitoraggio;
- eventuale rilocazione delle centraline fisse di misurazione in funzione di eventuali modificazioni della viabilità;
- determinazione dei valori dei SEL degli eventi sonori associati al transito dei mezzi di cantiere e del numero di passaggi dei medesimi (postazioni di misura mobili);

- calcolo del contributo al rumore totale indotto dal transito dei soli mezzi di cantiere (discriminazione tra rumore ambientale e rumore residuo);
- elaborazioni dei dati su base quindicinale e verifica dei risultati mediante inserimento dati nel SIT.

In condizioni di criticità o nel caso si verificano condizioni di anomalia la comunicazione ai Soggetti interessati avverrà con la massima tempestività tramite SIT.

Inoltre per la caratterizzazione del clima acustico dei ricettori limitrofi alla viabilità di cantiere (Fase corso d'opera) il tipo di misura prevede il rilievo per 24 h in continuo dei seguenti parametri acustici:

- LAeq con tempo di integrazione di 1 ora;
- livelli statici cumulativi L1, L10, L50, L90, L95 su base oraria;
- curve distributive e cumulative suddivise in giorno e notte ;
- LAeq sul periodo diurno (06-22);
- LAeq sul periodo notturno (22-06);
- dati meteorologici temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità e direzione del vento registrati durante le operazioni di misura (medie giornaliere) e gli intervalli di pioggia.

Per correlare il livello di pressione sonora al flusso veicolare dei mezzi pesanti è necessario rilevare il numero di passaggi dei veicoli pesanti. Tale conteggio deve essere effettuato dall'operatore nell'ambito della misura presidiata.

Le misure devono essere effettuate durante le lavorazioni una volta ogni sei mesi.

#### *6.7 Indicatori acustici e criteri di misura della fase post operam*

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 dallo studio acustico nella fase di progetto definitivo.

Per correlare il livello di pressione sonora al flusso veicolare è necessario rilevare anche il numero di passaggi suddivisi per veicoli leggeri e pesanti (tabella seguente).

Rilevamento del Traffico (conta traffico):	
<ul style="list-style-type: none"> <li>flusso veicolare orario diurno, serale e notturno distinto per categoria (mezzi leggeri, fino a 35 q e oltre 35 q)</li> <li>velocità media dei transiti per categoria</li> </ul>	Conta dei veicoli lungo la viabilità attraverso vari sistemi tra cui: apparecchiature per il controllo manuale, sistemi con gestione centralizzata e con sensori elettromagnetici, sistemi video o rilevatori radar, sensori a tripla tecnologia (radar, doppler, ultrasuoni ed infrarossi)

Tabella 14 Rilevamento del traffico veicolare

In fase di esercizio dell'opera le misure saranno effettuate, una sola volta, dopo la dismissione dei cantieri, nel primo anno di esercizio della nuova arteria stradale. In ottemperanza alle richieste di ARPA sarà effettuata una valutazione modellistica a partire dalle misure PO considerando il traffico previsto a regime. In sintesi le misure da effettuare afferiscono alla tipologia TV già illustrata nel paragrafo relativo alle misure della fase ante operam. La metodologia adottata per i rilevamenti fonometrici è del tutto identica a quella descritta nella fase ante operam.

- Si provvederà all'elaborazione e alla restituzione dei dati grezzi in banca dati del SIT con la massima tempestività, fatta salva la tempistica minima di restituzione dell'esito del monitoraggio;

In condizioni di criticità o nel caso si verificano condizioni di anomalia si provvederà alla comunicazione con la massima tempestività direttamente al Committente e all'Organo di Controllo.

In sintesi per quanto concerne le tipologie dei punti di misura, sono state considerate quattro differenti categorie le sono riassunte nella Tabella seguente.

Tipo misura	Descrizione	Durata	Parametri	frequenza		
				A.O.	C.O.	P.O.

TV	Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare	settimanale	Leq Settimanale Leq Giornaliero Leq Diurno - Leq Notturmo	una volta	-	Una volta
LF	Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori	24 h	Leq 24 ore Leq Diurno - Leq Notturmo	una volta	trimestrale	-
LC	Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24 h	Leq 24 ore Leq Diurno - Leq Notturmo	una volta	semestrale	-
LM	Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere	settimanale/24 h	Leq Settimanale Leq Giornaliero Leq 24 ore Leq Diurno - Leq Notturmo	una volta	semestrale	

Tabella 15 Monitoraggio del rumore per tipologia di sorgente

### 6.8 Descrizione delle metodologie di campionamento ed analisi

Per le metodologie di campionamento ed analisi in situ si dovranno mutuare le metodiche di riferimento citate al precedente paragrafo e riferenti i dettami del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16 marzo 1998, facenti ricorso a norme tecniche delle serie CEI, EN, ISO. Il corpo delle metodiche di rilevamento è chiaramente riportato negli allegati B e C al decreto, il cui rispetto richiederà l'assimilazione di alcune norme tecniche dei sovra elencati organismi e/o istituti di ricerca.

#### Attività preliminari

Prima di procedere con l'uscita sul campo è necessario:

- richiedere alla Direzione Lavori l'aggiornamento della programmazione di cantiere;
- definire il programma delle attività di monitoraggio;

- acquisire presso la Direzione Lavori le schede dei macchinari che saranno utilizzati nell'attività di cantiere al fine di avere un quadro informativo quanto più aggiornato delle emissioni acustiche in relazione alle lavorazioni da effettuarsi già previste nel Piano di Cantierizzazione dell'infrastruttura in progetto;

#### Sopralluogo in campo

Prima dell'inizio del monitoraggio ante operam sarà effettuato un sopralluogo finalizzato a verificare le seguenti condizioni:

- assenza di situazioni locali che possano disturbare le misure;
- consenso della proprietà ad accedere alle aree private di pertinenza del ricettore da monitorarsi da parte dei tecnici incaricati delle misure per tutta la durata prevista del monitoraggio ambientale e per tutte le fasi in cui è previsto il monitoraggio;
- possibilità, ove necessario, di alimentazione alla rete elettrica.

Tale procedura dovrà essere ripetuta anche all'inizio della fase di corso d'opera e di post opera.

Nel caso in cui un punto di monitoraggio previsto dal Piano di Monitoraggio Ambientale non soddisfi in modo sostanziale una delle caratteristiche sopra citate, deve essere scelta una postazione alternativa, ma pur sempre rappresentativa delle caratteristiche qualitative dell'area di studio, rispettando i criteri sopra indicati.

Nel corso del sopralluogo è molto importante verificare e riportare correttamente sulla scheda tutti i dettagli relativi alla localizzazione geografica, con particolare attenzione all'accessibilità al punto di misura, in modo che il personale addetto alle misure possa, in futuro, disporre di tutte le informazioni per accedere al punto di monitoraggio prescelto.

Devono essere effettuate fotografie e riportate, nella scheda, uno stralcio cartografico con indicata l'ubicazione del punto di monitoraggio.

Il sopralluogo viene effettuato una sola volta prima di qualsiasi attività di misura.

### Acquisizione del permesso

Durante il sopralluogo si deve procedere all'acquisizione di un permesso scritto in cui si dovranno riportare le seguenti informazioni:

- modalità di accesso al sito d'indagine;
- tipo di attività che sarà svolta dal personale tecnico incaricato;
- codice del punto di monitoraggio;
- modalità di rimborso di eventuali danni arrecati alla proprietà.

### Installazione della strumentazione, taratura e calibrazione

Preliminarmente all'installazione della strumentazione è necessaria la verifica delle idonee condizioni per l'esecuzione del rilievo in relazione alle lavorazioni in corso; tale attività risulta fondamentale in particolare nella fase di CO in quanto l'operatore, oltre al controllo delle buone condizioni tecniche per l'esecuzione del rilievo, deve verificare che le lavorazioni in corso siano esattamente quelle per le quali è stato previsto il controllo a seguito dell'analisi del programma di cantiere.

Pertanto si possono presentare due casi:

- il rilievo non può avere luogo: qualora ciò accada deve esserne data tempestiva comunicazione al coordinatore del monitoraggio. Nel caso in cui si siano verificate alterazioni significative delle condizioni iniziali in prossimità del punto di monitoraggio si deve valutare l'opportunità di procedere alla rilocalizzazione del punto di monitoraggio (cosa che comporterà la definizione di un nuovo sito e la soppressione del precedente, con un aggiornamento dei punti di misura, un nuovo sopralluogo e una eventuale nuova richiesta di permesso di accesso alle proprietà private);
- il rilievo può avere luogo: qualora venga svolta l'attività di misura, si deve compilare la scheda di campo indicando l'attività di costruzione in corso nel campo note e osservazioni alle misurazioni.

I punti di misura sono fisicamente individuati da postazioni fisse rilocabili a funzionamento automatico ed autonomo, in grado di rilevare e memorizzare

con costanti di tempo predefinite gli indicatori di rumore.

Tale punto, come gli altri del resto, viene fotografato e georeferenziato su supporto cartografico in scala idonea al successivo riconoscimento

I punti di misura stradali (misura Tipo TV) servono per caratterizzare il rumore di origine stradale, quindi occorre rilevare in continuo per una settimana adoperando una centralina fissa posizionata ad almeno 1 m di distanza dalla facciata degli edifici o a 1 m dai confini di proprietà e con il microfono ad una altezza di 4,0 m dal piano campagna.

L'asse di massima sensibilità del microfono deve essere orizzontale e perpendicolare alle linee di flusso del traffico.

La posizione del punto di misura non deve interferire con ostacoli alla propagazione del rumore localizzati a ridosso della strada, garantendo un campo libero da ostacoli.

Tali punti, in analogia con gli altri, vengono fotografati e georeferenziati su supporto cartografico.

I punti di misura per il rilevamento del rumore indotto all'avanzamento del fronte lavori (misura tipo LF) hanno lo scopo di determinare il Leq giornaliero nei ricettori prospiciente l'infrastruttura stradale durante l'esecuzione dei lavori. Per tale tipologia di misura e per quelle di tipo LC si utilizza una centralina fissa, in continuo per 24 ore, posizionata ad almeno 1 m di distanza dalla facciata degli edifici o a 1 m dai confini di proprietà e con il microfono ad una altezza di 1,5 m dal piano campagna.

Per tutte le tipologie di misure suddette il microfono sarà posizionato in corrispondenza della zona della pertinenza più esposta alla sorgente di rumore (cantiere per le misure LF e LC, infrastrutture in progetto per le misure TV e viabilità utilizzata dai mezzi di cantiere per le misure LM) e ragionevolmente utilizzabile dalle persone.

La strumentazione che viene utilizzata per i rilievi dei livelli sonori, così come indicato nella normativa vigente, deve essere sottoposta a verifica di taratura in

appositi centri specializzati almeno una volta ogni due anni. Il risultato della taratura effettuata deve essere validato da un apposito certificato.

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

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

La calibrazione degli strumenti viene eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura. Le rilevazioni dei livelli sonori eseguite saranno valide solo se le due calibrazioni effettuate prima e dopo il ciclo di misura differiscono al massimo di  $\pm 0,5$  dB(A). I rilievi devono essere effettuati da tecnico competente come previsto dalla legge quadro n. 447/95 art.2 comma 6.

#### *6.9 Scelta delle aree da monitorare*

Nella scelta dei punti di monitoraggio si è tenuto conto dei documenti progettuali di riferimento precedentemente indicati.

I punti da sottoporre ad indagine acustica sono stati individuati anche sulla base dei seguenti criteri di carattere generale:

- sviluppo del nuovo tracciato stradale;
- ubicazione delle aree di cantiere e aree di stoccaggio;
- rete di viabilità dei mezzi gommati adibiti al trasporto di materiali nei percorsi cantiere-cantiere, cava-cantiere e scarica-cantiere.

Infatti la scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio ambientale poggia su una serie di condizioni determinate da fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acustica attuale e futura, sia per la fase di corso d'opera che per quella di post-operam. 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:

- 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).

Non va tuttavia trascurata l'ulteriore condizione rappresentata dalla situazione acustica attuale imputabile alla presenza di sorgenti sonore attive la cui rumorosità interessa in misura più o meno rilevante le aree di indagine.

La distanza dei punti da monitorare dal ciglio della nuova infrastruttura è piuttosto variabile. In genere si può asserire che le aree dove sorgeranno i cantieri di costruzione e che saranno oggetto di monitoraggio sono, per evidenti ragioni logistiche, piuttosto vicine al tracciato dell'opera.

Diversamente, si allontanano dall'asse della nuova infrastruttura quei punti in cui avverranno gli accertamenti in campo mirati a determinare eventuali effetti sul rumore ambientale indotti dal transito dei mezzi pesanti gommati utilizzati per il trasporto dei materiali di risulta e di costruzione nei percorsi cantiere-cantiere, cava-cantiere e scarica-cantiere.

In definitiva, a seguito della quasi completa uniformità dei parametri che influiscono sui processi di emissione, propagazione ed immissione sonora riscontrata lungo il tracciato considerato, i principali fattori di criticità ambientale sono:

- vicinanza degli edifici alle aree di cantiere e alla rete viaria percorsa dai mezzi gommati pesanti nei percorsi cantiere-cantiere, cava-cantiere e scarica-cantiere;
- vicinanza degli edifici alla futura infrastruttura;
- eventuale presenza di ricettori sensibili di classe I, come indicato dalla normativa;

La maggioranza dei punti nei quali effettuare gli accertamenti in campo è localizzato sui ricettori posti in prossimità delle aree di cantiere, in prossimità dei

centri abitati lontani dai cantieri ma interessati dai transiti degli automezzi nei percorsi (generalmente percorsi cantiere-cantiere, cava-cantiere e scarica-cantiere) ed in prossimità delle aree lungo il nuovo tracciato autostradale-fronte avanzamento lavori.

Si sono considerati preferibilmente i centri abitati interessati dalla viabilità maggiormente utilizzata dai mezzi di cantiere nei loro percorsi cava-cantiere e scarica-cantiere con particolare riguardo alla viabilità secondaria o viabilità locale (per la quale il transito dei mezzi pesanti risulta più impattante).

Ciò per quanto attiene la situazione acustica sottoposta a monitoraggio nella fase di corso d'opera relativamente alle comparazioni con la fase di ante operam.

Come desumibile dalla lettura della planimetria di progetto e di inquadramento su ortofoto si rileva che il tracciato di progetto si sviluppa prevalentemente in galleria e che il corridoio attraversato risulta scarsamente antropizzato con presenza di ricettori sparsi.

Fa eccezione il centro storico di Casacastalda che risulta essere, con le sue propaggini più a sud, sud-ovest, ad una distanza variabile tra i 100 ed i 150 metri. Va rimarcato che tale distanza è la distanza in linea d'aria con la carreggiata dx del tracciato la quale si sviluppa in tale tratto completamente in galleria naturale denominata "Galleria Casacastalda". Le opere all'aperto della Galleria quali l'imbocco sud e la finestra al km 18+745 risultano essere ad una distanza di circa 350-400 metri dalle prime abitazioni dell'abitato e dunque ad una distanza ragguardevole in termini di interferenza del rumore.

Le altre opere all'aperto quali il Viadotto Tre Vescovi, l'imbocco sud della Galleria Picchiarella, la finestra della galleria al km 16+829, l'imbocco nord della medesima galleria naturale ed il ponte Calvario risultano essere in un'area priva di insediamenti se non per la presenza di alcuni ricettori sparsi lungo tale tratto che comunque, come detto, si sviluppa quasi per intero nella galleria naturale Picchiarella di poco meno di 1 km.

Anche per quanto attiene le piste e le aree di cantiere si rileva che il ricorso alla

SS318 attuale sarà limitato solo alle prime fasi della cantierizzazione mentre per la fase realizzativa vera e propria si utilizzerà un sistema di piste già approntate per la realizzazione della carreggiata sx delle due gallerie Picchiarella e Casacastalda. Le aree di cantiere e l'area di deposito sono collocate in prossimità delle aree di tracciato e dunque anche in questo senso le interferenze in fase di cantiere saranno più che limitate. Si rileva poi che in questo tratto non sono previste opere di mitigazione ambientale.

Si riporta a seguire la distinta dei nodi della rete di monitoraggio utile a caratterizzare il clima acustico dei ricettori, con in calce tutti gli elementi che hanno indotto lo scrivente a materializzarvi una stazione per una campagna di indagini. Le posizioni di misura si sono definite col metodo delle posizioni ricettori-orientati e quindi scelte in prossimità di edifici o gruppi di edifici.

- Il punto di indagine R(1) si colloca in corrispondenza dell'inizio della tratta ma lontano dal tracciato e prossimo alla SS318, benchè la SS318 non verrà utilizzata come viabilità pubblica a servizio della cantierizzazione si è deciso di materializzare un punto per verificare e confermare tale scenario;
- Il punto R(2) si colloca in corrispondenza di un ricettore di civile abitazione a sud del ponte calvario. Il punto di monitoraggio in questa posizione, consentirà di rilevare gli effetti legati al cantiere operativo principale nonché al fronte avanzamento legato alla realizzazione degli imbocchi delle gallerie naturali Picchiarella e Casacastalda nonché l'esercizio della autostrada a conferma del fatto che non siano necessari interventi di mitigazione acustica in fase di esercizio, essendo questo ricettore all'interno della fascia di pertinenza acustica del nuovo asse autostradale in corrispondenza di un tratto di autostarada all'aperto;
- Il punto di monitoraggio R(3) ed R(4) si collocano in corrispondenza di ricettori di civile abitazione, e sono posti a salvaguardia dell'abitato di Casacastalda. Il punto R(3) consentirà di rilevare sia il rumore dovuto ai mezzi di cantiere sulla pista destinata all'accesso all'area dell'imbocco sud della galleria casacastalda e viadotto Calvario sia il rumore indotto dal

fronte avanzamento lavori dell'imbocco e del viadotto; il punto R(4) è invece destinato a verificare il rumore dovuto alla realizzazione ed esercizio della finestra di servizio della galleria naturale casacastalda;

- Il punto di indagine R(5) si colloca in corrispondenza del recettore residenziale posto a sud della carreggiata sx della galleria naturale, in superficie in prossimità della finestra di servizio della galleria casacastalda;
- Il punto di indagine R(6) si colloca in corrispondenza della fine della tratta e prossimo all'area di deposito area B del lotto; tale stazione di indagine consentirà di rilevare gli effetti legati al deposito dei materiali di smarino delle gallerie e di verificare e confermare la non necessità di barriere antirumore per la fase di esercizio, essendo questo ricettore all'interno della fascia di pertinenza acustica del nuovo asse autostradale in corrispondenza di un tratto di autostada all'aperto;

punto di monitoraggio	Origine del disturbo
R(1)	Viabilità di cantiere
R(2)	Attività di cantiere, viabilità di tracciato
R(3)	Viabilità e attività di cantiere
R(4)	Attività di cantiere, viabilità di tracciato
R(5)	Viabilità di tracciato
R(6)	Attività di cantiere, viabilità di tracciato

Tabella 16 punti di monitoraggio della componente ambientale rumore

### 6.10 Strutturazione delle informazioni

Poiché i parametri selezionati per la caratterizzazione del clima acustico sono tutti normati e soggetti a limiti prestabiliti, la loro restituzione potrà essere realizzata in modo sintetico ed intuitivo attraverso tavole sinottiche. Le informazioni relative ai rilevamenti saranno caricate sul SIT mediante le apposite schede di restituzione.

### 6.11 Gestione delle anomalie

I valori limite per la tutela della popolazione applicabili all'infrastruttura stradale di progetto sono definiti dal DPR 142/2004, essendo tutti i recettori individuati all'interno della fascia di pertinenza acustica che si estende per un'ampiezza pari a 250 m per lato. I limiti pertanto da rispettare sono pari a:

- 65 dB(A) nel periodo diurno;
- 55 dB(A) nel periodo notturno.

In presenza di concorsualità, come può essere la presenza della SP350, bisogna calcolare il livello soglia (Ls) secondo l'allegato 4 del DM 29/11/2000, nel seguente modo:

✓  $L_s = L_{\text{zona}} - 10 \log_{10} N$ .

Dove con  $L_{\text{zona}}$  si intende il valore limite assoluto di immissione dell'area, che in base al DM è il maggiore fra i valori limite previsti per le singole infrastrutture e con  $N$  il numero delle sorgenti che concorrono. Nel caso che spesso si verificherà di concorsualità con la SP350, avendo  $N=2$ , si ottiene un limite di soglia ridotto di 3 dB ( $10 \log_{10} (2)=3$ ) rispetto al limite di zona.

In fase di corso d'opera per le misure previste in prossimità dei cantieri le condizioni anomale saranno valutate con riferimento ai limiti massimi prescritti con deroga ai limiti di legge. Le operazioni e le lavorazioni eseguite all'interno dei cantieri stradali generalmente superano i valori limite, assoluti e relativi, fissati dalla normativa vigente, sia per tipologia di lavorazione che per tipologia di macchine e attrezzature utilizzate. Tuttavia per le sorgenti connesse con attività temporanee, ossia che si esauriscono in periodi di tempo limitati e che possono essere legate ad ubicazioni variabili, la legge quadro 447/95 prevede la possibilità di deroga al superamento dei limiti da richiedere al comune di competenza. Laddove, quindi, le previsioni di impatto acustico effettuate per un cantiere determinino un superamento dei limiti vigenti, nonché risultino non sufficienti gli interventi di mitigazione proposti, è necessario chiedere l'autorizzazione in deroga al comune presentando apposita domanda.

Una volta verificatasi un'anomalia, si procederà in accordo con la procedura

operativa ARPAV per le Grandi Opere, la cui descrizione è riportata in allegato.

### *6.12 Articolazione temporale del monitoraggio*

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di standard o di valori limite definiti dalle leggi (nazionali e comunitarie); in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti dal DPCM 1/3/1991, dal DPCM 14/11/97 e dal DPR 142/2004. A tale scopo vengono utilizzate diverse tipologie di rilievi:

- ✓ Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere (corso d'opera);
- ✓ Misure di 7 giorni, postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare (ante e post operam).

L'articolazione temporale distinta in AO, CO, PO, ha le finalità di seguito elencate.

Il monitoraggio nella fase ante operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- fornire un quadro completo, dal punto di vista delle emissioni acustiche, delle caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico prima dell'apertura dei cantieri e della fase di esercizio dell'infrastruttura;
- procedere alla scelta degli indicatori ambientali che possano rappresentare nel modo più significativo possibile (per le opere principali e maggiormente impattanti per la componente in esame) la "situazione zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti fonometrici in corso d'opera;
- consentire una rapida e semplice valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali.

Le finalità del monitoraggio nella fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione, dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'opera, dei parametri acustici rilevati nello stato ante operam;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla pianificazione temporale delle attività del cantiere.

Il monitoraggio della fase post operam è finalizzato ai seguenti aspetti:

- confrontare gli indicatori di riferimento acustici misurati in ante operam con quanto rilevato in corso di normale esercizio dell'opera (post operam);
- controllo ed efficacia degli interventi di mitigazione acustica realizzati.

Le misure di rumore non devono essere effettuate in corrispondenza di periodi in cui sono generalmente riscontrabili significative alterazioni del traffico, quali ad esempio:

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

Sarà valutata caso per caso, previa verifica delle lavorazioni più impattanti da cronoprogramma lavori, l'opportunità di eseguire ulteriori rilievi fonometrici in fase di corso d'opera.

Si allega a seguire la tavola sinottica degli accertamenti previsti:

punto di monitoraggio	Ante Operam (1 anno prima dei lavori)				Corso d'Opera (durata effettiva dei lavori)				Post Operam (1 anno dopo i lavori)			
	T V	LF	LC	LM	TV	LF	LC	LM	TV	LF	LC	L M
R(1)				1				semestrale				
R(2)	1		1			trimestrale	trimestrale		1			
R(3)		1		1		trimestrale		semestrale				
R(4)	1	1				trimestrale			1			
R(5)	1	1				trimestrale			1			
R(6)	1		1				trimestrale		1			

## Tabella 17 Frequenza e tipologia indagini MA componente rumore

### *6.13 Documentazione da produrre*

Nel corso del monitoraggio dovranno essere rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura.
- Relazione di fase AO
- Relazione di fase CO e bollettini semestrali.
- Relazione di fase PO.

La schede di misura si compone di una parte descrittiva contenente la caratterizzazione fisica del territorio appartenente alle aree di indagini, la caratterizzazione delle principali sorgenti acustiche ed una parte analitica contenente gli esiti dei monitoraggi effettuati.

Relazioni di corso d'opera (bollettini semestrali)

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO e per fornire una valutazione dell'efficacia delle misure di mitigazione previste in fase di progetto e di quelle eventualmente introdotte a seguito delle risultanze del monitoraggio stesso.

Relazione di Post Operam (1 relazione).

Nella fase di PO, dedicata al monitoraggio della fase di esercizio dell'infrastruttura, dovranno essere riportati i risultati delle misurazioni effettuate in tutti i punti di monitoraggio. Sarà redatta una relazione di fase di PO che dovrà costituire il parametro di confronto per la relazione prodotta durante la fase di AO. Tale relazione sarà inviata agli Enti Competenti.

## 7 COMPONENTE AMBIENTALE VEGETAZIONE E FAUNA

### 7.1 Finalità del lavoro

La redazione del Progetto di Monitoraggio per la componente specifica del presente capitolo è finalizzata alla verifica della variazione della qualità naturalistica ed ecologica nelle aree direttamente o indirettamente interessate dall'opera.

Il monitoraggio viene eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera al fine di:

- misurare gli stati di ante operam, corso d'opera e post operam in modo da documentare l'evolversi della situazione ambientale;
- controllare le previsioni di impatto per le fasi di costruzione ed esercizio;
- garantire, durante la costruzione, il controllo della situazione ambientale, in modo da rilevare tempestivamente eventuali situazioni non previste e/o anomale e predisporre le necessarie azioni correttive;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste in modo da poter intervenire con adeguati provvedimenti;
- fornire agli Enti preposti gli elementi di verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

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

### 7.2 Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente

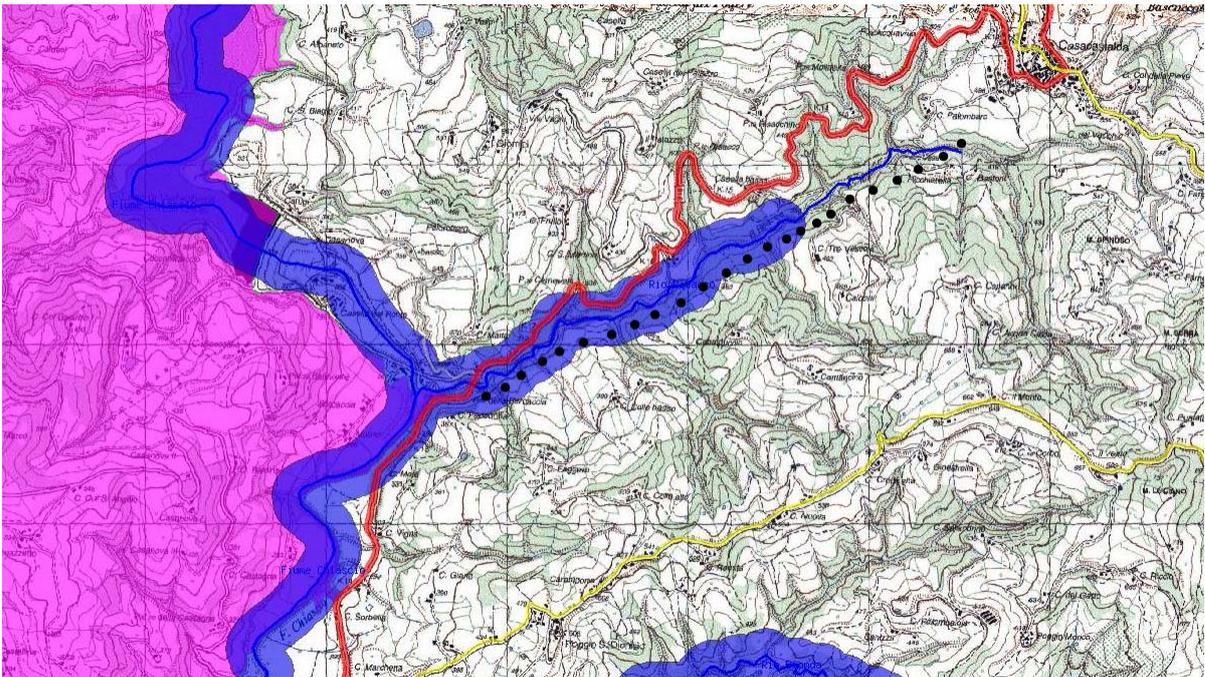
La presente relazione specialistica è stata redatta utilizzando come supporto i documenti di seguito elencati:

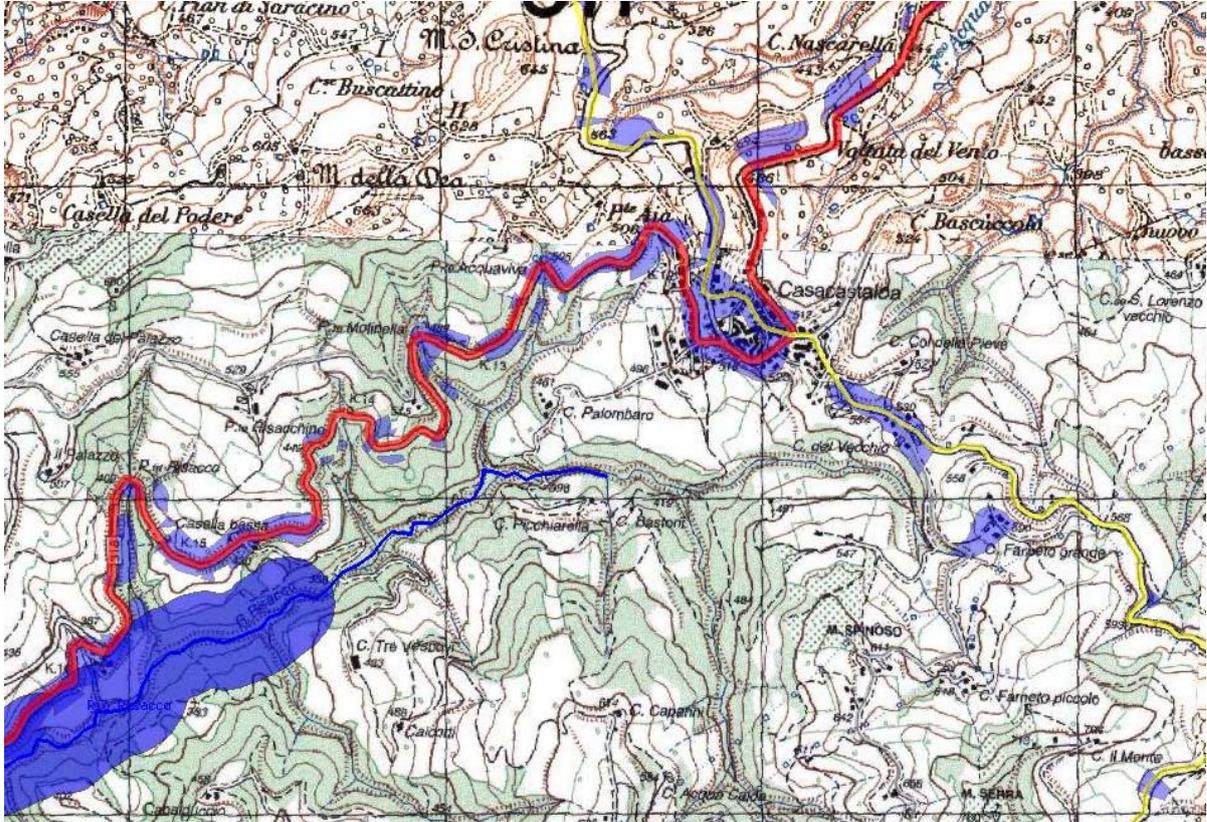
- Progetto Esecutivo;
- RERU – Rete Ecologica Regionale Umbria.

Il corridoio di indagine, pur attraversando un ambito naturalistico di rilievo, **non intercetta alcuna area protetta**; lungo il suo sviluppo il nuovo tracciato autostradale si avvicina, con distanza mai inferiori a 1km al Sito SIC IT5210075 "Boschi e pascoli di Fratticiola Selvatica (Valfabbrica)" (area in ciano nella figura successiva)

Ciò non toglie che l'atteggiamento riguardo le preesistenze naturalistiche debba essere accorto e severo, per evitare eventuali pregiudizi sugli elementi naturali di pregio.

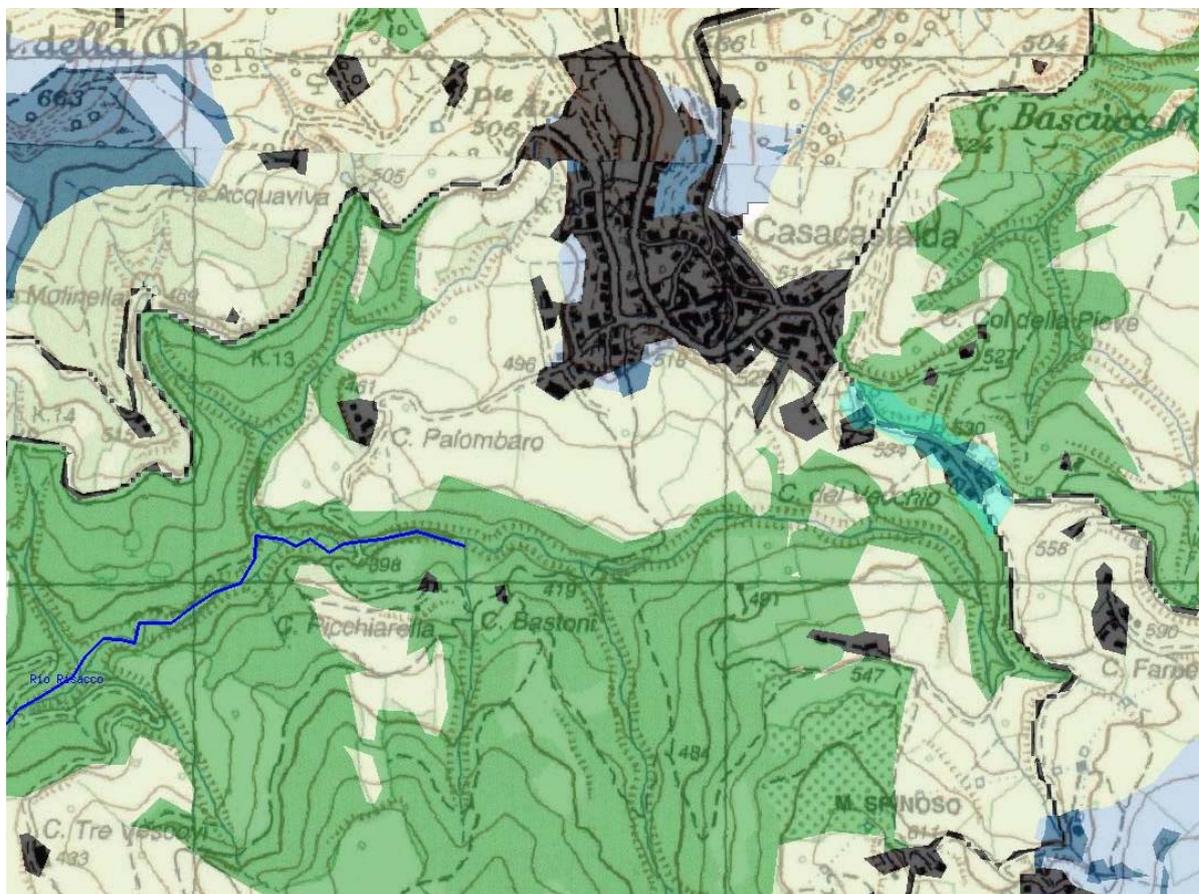
Di seguito uno stralcio di inquadramento del sito SIC e del corridoio autostradale in progetto.





Dallo stralcio precedente è possibile evidenziare che il corso d'acqua principale nell'area di studio è rappresentato dal Fiume Risacchio, affluente in sinistra orografica del ben più significativo corso d'acqua Chiascio. Da notare che il lotto in progetto parte proprio dal termine dell'area vincolata del Torrente Risacco e si sviluppa verso nord in direzione dell'abitato di Casacastalda. In Tale area non si evidenziano aree a vincolo paesaggistico ai sensi della L.1497/39 mentre sono presenti aree boschive vincolate ai sensi del D.Lgs 42/04.

Ciò che si evidenzia sono inoltre le aree viola indicate dal web-gis della Regione Umbria quali aree "Sprawl\_27" ovvero "ambiti di elevata sensibilità alla diffusione insediativa".



Lo stralcio precedente invece riporta le zonizzazioni indicate nella R.E.R.U. ovvero la Rete Ecologica della Regione Umbria approvata con Deliberazione della Giunta Regionale n.2003 del 30.11.2015.

Il Tracciato in progetto che ricordiamo si sviluppa quasi per intero in galleria attraversa aree che nella RERU vengono indicate come:

- Barriere antropiche: aree edificate, strade, ferrovie**
- Unita' Regionali di Connessione Ecologica: Habitat**
- Unita' Regionali di Connessione Ecologica: Connettivita'**

Lo scopo della rete ecologica, in primo luogo è quello di evitare la frammentazione degli habitat, conseguente ai fenomeni di antropizzazione e, in secondo luogo, è quello di connettere la politica specifica delle aree protette a quella più globale della conservazione della natura.

Per rete ecologica, quindi, si intende una rete di ecosistemi di importanza locale o globale. La rete è costituita da corridoi quali: zone umide, aree boscate, prati, pascoli, parchi di ville, corsi d'acqua naturali e artificiali, siepi, filari e viali alberati che connettono aree naturali di maggiore estensione, che sono di fatto serbatoi di biodiversità.

Nello specifico il progetto permette di individuare sull'intero territorio regionale quelle connessioni vegetazionali "corridoi" che favoriscono la biopermeabilità collegando tra loro i "nodi" rappresentati dalle Aree Naturali Protette e dai siti Natura 2000.

Si tratta concretamente di trovare soluzioni al fenomeno della frammentazione mediante la realizzazione di corridoi di vegetazione forestale tra i frammenti e ove possibile, operare il ripristino ambientale di aree lungo i corridoi o tra frammenti con la funzione di sosta e collegamento per le specie animali.

La notevole compattezza ed estensione delle Unità Regionali di Connessione Ecologica è nella realtà penalizzata da un gran numero di cesure ed interruzioni ecogeografiche, dovute alle molteplici tipologie di infrastrutture e di oggetti insediativi distribuiti nel territorio, che realizzano gradi di frattura ambientale e di disturbo variabili da quasi zero fino a sfiorare il 100%, se si considerano alcune direttrici viarie come la Valnerina o la Flaminia. In questi casi le cesure ambientali sono da imputare quasi unicamente ai tracciati stradali ed ai fenomeni di disturbo dovuti ad elevati flussi di traffico, nonché ad opere di messa in sicurezza delle sedi stradali da eventi di dissesto idrogeologico.

- La condizione della frammentazione attuale appare alquanto "peggiorabile" nel tempo laddove le politiche di organizzazione e di assetto territoriale regionale dovessero proseguire nella direzione di favorire in particolare, seppur in modi diversi, lo sviluppo di un insediamento a densità molto bassa e largamente distribuito su vaste superfici.
- Sempre in merito al punto precedente, la circostanza oggi riscontrabile, ma confermata anche nelle inclinazioni (e non solo in Umbria), vede nelle aree pianeggianti i "luoghi deboli", passibili di un "accanimento insediativo" ulteriore in grado, entro relativamente poco tempo, se le

condizioni economiche e sociali avranno trend confrontabili con il recente passato, di sopprimere pressoché totalmente ogni funzione di tipo ecologico-relazionale di questi spazi rispetto al tessuto ecosistemico adiacente, almeno per gran parte delle specie terrestri. Geograficamente il problema riguarda l'intera Valtiberina, la Valle Umbra, la Val di Chiana le Pianure Eugubina e Gualdese.

- Le prospettive di frammentazione appena illustrate si presentano, come detto, sotto un profilo di una certa gravità sugli spazi a morfologia distesa (insediamento "polverizzato"), ma l'analisi della sensibilità alla diffusione insediativa (espressa attraverso l'indice di sprawl) denuncia una pronunciata propensione in tal senso anche lungo molti degli assi viari che collegano i maggiori poli urbani umbri e in altre ampie parti del territorio regionale agricolo collinare (insediamento lineare "filamentoso"), nelle quali il fenomeno è sempre favorito dalla fitta rete di comunicazioni, con elevato assortimento di livelli e qualità, che la regione presenta.

Di seguito gli articoli riportati nelle conclusioni finali del progetto della RERU approvata:

#### Art. 9.

##### Rete Ecologica Regionale

1. La Rete Ecologica Regionale è un sistema interconnesso di habitat, di elementi paesistici e di unità territoriali di tutela ambientale finalizzato alla salvaguardia ed al mantenimento della biodiversità.

2. La Rete Ecologica Regionale è costituita da:

- a) Unità Regionali di Connessione Ecologica, aree di habitat delle specie ombrello di estensione superiore alla soglia critica, reciprocamente connesse e relativa fascia di permeabilità ecologica;
- b) Corridoi e Pietre di guado, aree di habitat di estensione inferiore alla soglia critica ma reciprocamente connesse e relativa fascia di permeabilità ecologica in forma lineare o areale collegate con le Unità Regionali di Connessione Ecologica;
- c) Frammenti, aree di habitat di estensione inferiore alla soglia critica, reciprocamente non connesse e non collegate alle unità regionali di coesione

ecologica, ma circondate da una fascia di matrice.

#### Art. 10.

##### Unità regionali di connessione ecologica, corridoi, pietre di guado e frammenti

1. Nelle zone di cui all'art. 9, il PTCP elabora, per il sistema di protezione faunistico, ambientale e paesaggistico, indirizzi per la pianificazione comunale finalizzati al mantenimento della biodiversità ed alla tutela della biopermeabilità, definendo gli ambiti che costituiscono la Rete Ecologica Regionale.

2. Il PRG, parte strutturale, localizza in termini fondiari, alla scala non inferiore al rapporto 1:5.000, le indicazioni di cui al comma 1 stabilendone le specifiche dimensioni e le normative di assoluta salvaguardia. Il PRG formula, altresì, le previsioni finalizzate alla protezione, ricostituzione e all'adeguamento degli elementi ecologici prevedendo le modalità di attuazione degli interventi.

3. Nei corridoi e pietre di guado localizzati nel PRG, è consentita la realizzazione di opere infrastrutturali non costituenti barriera, nonché di infrastrutture viarie e ferroviarie purché esse siano adeguate alla legge regionale 16 dicembre 1997, n. 46, art. 11, comma 2 e siano previsti interventi di riambientazione.

4. Nei corridoi e pietre di guado è vietato alterare in maniera permanente la vegetazione legnosa spontanea preesistente a seguito di interventi agricoli e silvicolture o per l'esecuzione di opere pubbliche e private, con l'esclusione di quelle indicate al comma 3. E' comunque consentita la coltivazione con le modalità di cui al comma 5. In ogni caso in tali corridoi possono essere comprese aree urbanizzate o oggetto di previsione edificatoria che non ne interrompano la connettività prevedendo adeguati varchi per garantire la biopermeabilità, evitando fenomeni di linearizzazione urbana e prevedendo interventi di riambientazione.

5. Nei frammenti di cui alla lett. c) dell'art. 9, il censimento delle aree di vegetazione legnosa da sottoporre a protezione totale o particolare e la loro definizione in termini fondiari, è effettuata dai Comuni nel PRG, parte strutturale, sulla base di quanto indicato dal PTCP che, tenuto conto degli indirizzi programmatici e pianificatori regionali, stabilisce criteri e modalità di coltivazione per le altre aree di vegetazione legnosa, che siano compatibili con le specie

faunistiche.

6. La Regione nei frammenti di cui alla lett. c) dell'art. 9, incentiva la ricostruzione di siepi e filari permanenti che ricolleghino tra di loro le aree di vegetazione legnosa di cui al comma 5, al fine di ristabilire la continuità con le unità regionali di connessione ecologica.

Nelle aree già oggi molto compromesse, nel senso ecosistemico del termine, gli indirizzi di recupero di un certo grado di funzionalità, sia rivolta ad una dimensione circoscritta, sia ad altri flussi ecologici di più larga portata, vede nel progetto di eco-ingegneria il protagonista principale per poter risolvere le problematiche rilevabili. La matrice ambientale è qui costituita dal tessuto insediativo, mentre i connotati naturali o seminaturali hanno fisionomia residuale e interstiziale, pur se, talvolta, ancora caratterizzata da un importante sviluppo spaziale come è nel caso di molte fasce fluviali o stretti sistemi vegetazionali.

Si deve affermare che la vera partita finalizzata all'ottenimento di un elevato livello prestazionale della RERU si gioca proprio nelle aree maggiormente impoverite di cui si è appena detto (la "Y rovescia" della Valtiberina, Valle Umbra), ma all'interno delle quali la ricerca ha messo in luce un reticolo a volte inaspettato, e forse in precedenza insospettabile, di permanenze e di possibilità di ricucitura tra i grandi spazi di rango superiore, che offre margini di manovra per l'ecoprogetto talvolta anche molto ampi. La presenza di numerose alternative per il ripristino, la rinaturazione, l'inversione dei processi di consumo ed alterazione della matrice naturale può consentire di ideare ed applicare politiche ricostruttive e di compensazione, scegliendo strategicamente le dislocazioni e calibrando gli impatti sociali delle soluzioni, anche in alcuni momenti tecnici di mitigazione degli impatti quali la Valutazione Ambientale Strategica o le Valutazioni di Incidenza.

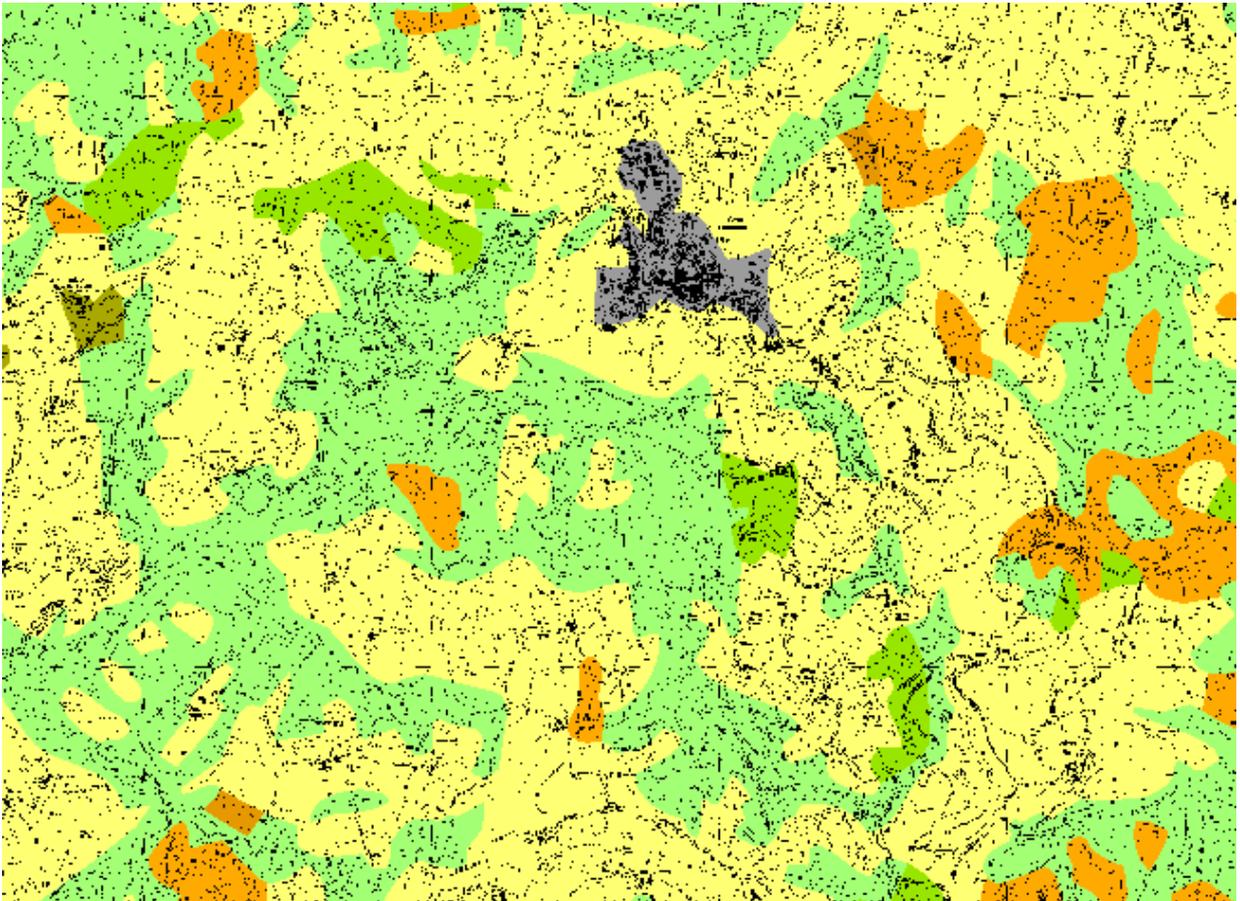
La Rete Ecologica Regionale Umbra (RERU) è formata dai seguenti elementi spazialifunzionali:

a) Unità regionali di connessione ecologica, aree di habitat delle specie ombrello di estensione critica reciprocamente connesse e relativa fascia di connettività

ecologica;

b) Corridoi e Pietre di Guado, aree di habitat di estensione non critica ma reciprocamente connesse e relativa fascia di connettività in forma lineare (corridoi) o areale (pietre di guado) connesse con le unità regionali di connessione ecologica;

c) Frammenti, aree di habitat di estensione non critica, reciprocamente non connesse e non connesse alle unità regionali di connessione ecologica, ma circondate da una fascia di matrice.



Sopra lo stralcio della Carta geobotanica in scala 1:50.000 prodotta nell'ambito della redazione ed approvazione della Rete Ecologica Regionale Umbria.

Le aree che interessano il corridoio di progetto sono le seguenti:

MANDATARIA



MANDANTE

 **GEOTECHNICAL  
DESIGN GROUP**



**ICARIA**  
società di ingegneria

1. boschi di caducifoglie collinari e sub-montane
2. campi coltivati o abbandonati

-  Boschi di caducifoglie collinari e submontane
-  Boschi di caducifoglie montane
-  Boschi di caducifoglie planiziali
-  Boschi di sclerofille sempreverdi
-  Boschi e boscaglie di caducifoglie ripariali
- Brughiere alto-montane
-  Brughiere planiziali e collinari
-  Campi coltivati ed abbandonati

Il tracciato di progetto attraversa principalmente aree definite come "*boschi di caducifoglie collinari e sub-montane*" nel tratto iniziale del viadotto Tre Vescovi, con la galleria Picchiarella e solo in parte con la parte all'aperto del ponte calvario tra la galleria Picchiarella e la galleria Casacastalda, ed attraversa con la restante parte del tracciato ovvero con la Galleria Casacastalda e l'imbocco nord della galleria, aree denominate come "**Campi coltivati ed abbandonati**".

Le prime aree sono caratterizzate dalla presenza della seguente vegetazione forestale:

*Boschi acidofili planiziali misti di cerro (Quercus cerris) e roverella (Quercus pubescens s.l.), con farnia (Quercus robur) e rovere (Quercus petraea).*

*Boschi mesofili di carpino bianco (Carpinus betulus), cerro e rovere.*

*Boschi collinari a prevalenza di: roverella; carpino nero (Ostrya carpinifolia); cerro; farnetto (Quercus frainetto); quercia di Daléchamps (Quercus dalechampii); castagno (Castanea sativa).*

*Boschi collinari misti di: roverella e carpino nero; roverella e pino d'Aleppo (Pinus halepensis); cerro e carpino nero; cerro e roverella.*

*Boschi submontani di cerro, carpino bianco, faggio (Fagus sylvatica) e carici con orchidee.*

*Ordine Quercetalia roboris, Fagetalia sylvaticae, Quercetalia pubescenti-*

*petraeae e Classe Querco-Fagetea.*

Le seconde aree sono invece caratterizzate dalla presenza di colture forestali ed agrarie:

*Aree pianiziali e collinari coltivate, talvolta alternate ad incolti, in cui si sviluppano cenosi infestanti sinantropiche.*

*Ordine Aperetalia spicae-venti, Centauretalia cyani, Solano nigri-Polygonetalia convolvuli e Classe Stellarietea mediae. Ordine Agropyretalia repentis e Classe Artemisietea vulgaris.*

Le aree di cui al punto 1 sono quelle a maggiore pregio e sono infatti indicate dalla RERU quali Unità Regionali di connessione ecologica: Habitat.

Le seconde aree sono invece meno significative e sono infatti identificabili nell'intorno dell'abitato di Cascastalda in cui sono state identificate le aree "Sprawl" ovvero aree che risultano essere condizionate da fenomeni di espansione antropica.

il Piano Urbanistico Territoriale dell'Umbria (DGR n. 6311) affermava che "*l' macromammiferi terrestri, rappresentano il gruppo più adatto a funzionare da 'indicatore' dello stato del paesaggio geografico umbro con particolare riferimento alla frammentazione e alla discontinuità degli ecosistemi.*" Il massimo strumento di pianificazione regionale, inoltre, prosegue: "*Tra i taxa selvatici di macromammiferi che sottendono la vegetazione spontanea legnosa, si conoscono, in Umbria, i seguenti ordini sistematici: roditori, lagomorfi, carnivori, artiodattili.*"

Tra le specie di macromammiferi selvatici compresi nella teriofauna umbra (Ragni, 2002) l'individuazione di quelle che possono funzionare da "indicatori" nel senso anzidetto, e quindi che coprano come un "ombrello" le esigenze ecologiche di un vasto set di vertebrati autoctoni regionali, viene effettuata tramite la considerazione di tutti i seguenti criteri di scelta:

- 1) diversità tassonomica (ordini);
- 2) locomozione;
- 3) livello trofico;

- 4) comportamento alimentare;
- 5) taglia;
- 6) organizzazione sociale;
- 7) strategia riproduttiva;
- 8) ambiente di vita (habitat);
- 9) vagilità;
- 10) spazio vitale;
- 11) status biogeografico regionale;
- 12) status conservazionistico regionale;
- 13) status culturale regionale;
- 14) status economico regionale;
- 15) status della conoscenza regionale.

Lo screening sviluppato sui macromammiferi umbri ha condotto alla definizione di **6 specie-ombrello**, 3 consumatori primari (lepre bruna, istrice e capriolo) e 3 consumatori secondari (gatto selvatico europeo, lupo appenninico, tasso); capaci di coprire tutti gli ordini sistematici anzidetti: Carnivori (Felis silvestris silvestris, Canis lupus lupus, Meles meles), Roditori (Hystrix cristata), Lagomorfi (Lepus europaeus) e Artiodattili (Capreolus capreolus).

Le specie-ombrello "abitano" il paesaggio geografico regionale e, contemporaneamente, ne "indicano" le condizioni. Il PUT dell'Umbria definisce le componenti del paesaggio geografico regionale; le specie-ombrello interagiscono con tali ecosistemi-paesaggi: formazioni di vegetazione legnosa spontanea, formazioni di vegetazione erbacea spontanea, formazioni di vegetazione coltivata, formazioni rocciose, corpi idrici lotici e lentici, (rappresentanti i fattori ecologici rifugio-trofici dell'habitat); continuo edificato (sensu strenuo), corpi idrici lotici e lentici, formazioni rocciose, formazioni di vegetazione coltivata (rappresentanti i fattori di frammentazione dell'habitat, le soglie e le barriere ecologiche) in una parola: la rete ecologica regionale dell'Umbria.

La definizione degli habitat dei 6 taxa anzidetti (lupo, tasso e gatto selvatico europeo, istrice, lepre e capriolo) considerati specie-ombrello, cioè ecologicamente rappresentative della gran parte dei vertebrati terrestri non volatori presenti in Umbria; ha distribuito questi habitat nello spazio regionale, evidenziando le situazioni di continuità e di discontinuità "intrinseche", cioè dovute alla loro effettiva presenza/assenza; evidenziando anche le situazioni "estrinseche" di continuità/discontinuità degli habitat, cioè dovute alla presenza di manufatti antropici che ne "spezzano" l'interezza.

La RERU quindi, evidenzia: connettività e corridoi, barriere e frammentazione, fornendo uno strumento all'Amministratore per procedere a conservare ed incrementare i primi, rimuovere o ridurre i secondi.

### *7.3 Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici*

La presente sezione sarà pienamente dedicata alla ricostruzione del corpo normativo in materia di gestione delle risorse forestali e delle aree naturali protette. Di seguito è riportato un breve catalogo dei principali riferimenti normativi comunitari, nazionali, regionali, con allegata in calce la sintesi dei loro rispettivi contenuti.

#### *Normativa comunitaria ed internazionale*

*Direttiva Habitat 92/43 CEE*

*Direttiva Uccelli 79/409 CEE*

*Convenzione internazionale relativa alle Zone Umide di importanza internazionale (Ramsar 1971)*

#### *Normativa nazionale*

*LEGGE 6.12.1991, n. 394*

Legge quadro sulle aree protette

#### 7.4 Definizione delle metodologie di indagine

I potenziali impatti individuati sulla base delle indagini e dei contenuti dello S.I.A. per le componenti in esame sono sintetizzabili nelle seguenti categorie:

##### Vegetazione e flora

- sottrazione di vegetazione naturale, in particolare elementi di pregio naturalistico;
- sottrazione di vegetazione di origine antropica;
- alterazione di popolamenti vegetali in fase di realizzazione dell'opera.

##### Fauna

- interruzione o alterazione di corridoi biologici;
- sottrazione o alterazione di habitat faunistici;
- uccisione accidentale della fauna.

Il progetto di monitoraggio ambientale relativo agli ambiti vegetazionali e floro-faunistici deve pertanto verificare l'insorgere di tali tipologie di impatto e, laddove possibile, consentire interventi correttivi in corso d'opera al fine di minimizzarne l'entità.

Le analisi e controlli di tipo cenologico saranno effettuate tramite l'utilizzazione di rilevamenti di tipo fitosociologico finalizzate a stabilire lo stato delle comunità vegetali di tipo erbaceo, o su siti di tipo semi naturale quali cespuglieti o boschetti di spallette, sponde di fossi, impluvi, scoli, anse golenali del reticolo fluviale minore. Le variazioni specifiche delle comunità erbacee possono essere prese in considerazione indicatori utili alla identificazione di fenomeni di degrado e ruderalizzazione del sistema.

Saranno inoltre condotte delle indagini finalizzate a conoscere le caratteristiche dell'avifauna e della fauna terrestre mobile e a verificare i potenziali impatti costituiti dalle interruzioni della continuità degli habitat da parte dei tratti stradali in rilevato e trincea, e dalla sottrazione di habitat faunistici.

Per la fase di costruzione le indagini saranno condotte in fasi successive e

calibrate sulla base dello stato di avanzamento dei lavori dei singoli lotti.

Attività preliminari- Sopralluogo in campo

In fase ante operam sarà necessario effettuare un sopralluogo finalizzato a verificare le seguenti condizioni:

- accessibilità al punto di misura;
- consenso della proprietà ad accedere al punto di monitoraggio, ove necessario;
- disponibilità del sito di misura per tutte le fasi in cui è previsto il monitoraggio;

Nel caso in cui un punto di monitoraggio previsto dal PMA non soddisfi in modo sostanziale una delle caratteristiche sopra citate, sarà scelta una postazione alternativa, ma pur sempre rappresentativa delle caratteristiche qualitative dell'area di studio, rispettando i criteri sopra indicati.

Nel corso del sopralluogo è molto importante verificare e riportare correttamente sulla scheda tutti i dettagli relativi alla localizzazione geografica, con particolare attenzione all'accessibilità al punto di campionamento/misura, in modo che il personale addetto al campionamento possa, in futuro, disporre di tutte le informazioni per accedere al punto di monitoraggio prescelto.

Saranno anche effettuate fotografie e sarà riportato, nella scheda, uno stralcio cartografico con indicata l'ubicazione del punto di monitoraggio.

Acquisizione del permesso

Durante il sopralluogo, qualora per accedere all'area di interesse si renda necessario attraversare proprietà private, si dovrà procedere all'acquisizione di un permesso scritto in cui si dovranno riportare le seguenti informazioni:

- modalità di accesso alla sezione di misura;
- tipo di attività che sarà svolta dal personale tecnico incaricato;
- codice del punto di monitoraggio;
- modalità di rimborso di eventuali danni arrecati alla proprietà.

### Tipologia di indagine

I seguenti "Campi d'indagine" sono stati individuati considerando le caratteristiche della componente vegetazionale e faunistica dell'area d'indagine al fine di monitorare l'impatto dell'opera in modo efficace.

A - Mosaici di fitocenosi direttamente consumati dalle attività di cantiere;

C - Censimento floristico;

D - Analisi delle comunità vegetali;

E - Analisi delle popolazioni di Mammiferi e Micromammiferi;

F - Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche;

G - Analisi degli anfibi e dei rettili;

H - Analisi dei popolamenti ittici;

I - Censimento dei chiroteri.

Indagine tipo "A": Mosaici di fitocenosi direttamente consumati dalle attività di cantiere:

L'indagine è volta ad individuare e riportare graficamente, nell'area di interesse, i mosaici direttamente interessati dalle fasi di realizzazione dell'opera all'interno delle aree di cantiere. Tale indagine, consentirà di verificare le opere di ripristino delle aree stesse.

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

1. In fase ante operam, preliminarmente a tutte le indagini di campo, si riportano sulla cartografia di progetto 1:5.000, per mezzo dell'analisi delle foto aeree appositamente realizzate, il limite dell'area campione scelta per le indagini ed il mosaico presente, con i limiti delle formazioni vegetali. La caratterizzazione della vegetazione verrà compiuta con riferimento al sistema di codifica europea EUNIS;
2. La base cartografica provvisoria va quindi verificata e affinata tramite rilievi in campo prestando particolare attenzione alla "zona di presunto consumo", corrispondente ai luoghi che, secondo il progetto, saranno occupati dalle aree di cantiere su cui insistono le attività di monitoraggio.

Sulla cartografia di riferimento debbono essere quindi riportate le fitocenosi che verranno consumate e quelle maggiormente rilevanti, per qualità naturalistica o per estensione. La procedura è finalizzata alla ricostruzione del "consumo effettivo" nelle fasi successive (in particolare corso d'opera) distinguendolo quindi dal "consumo presunto" ipotizzato nella fase di ante operam.

3. Si traducono tutte le verifiche effettuate in elaborati (cartografie in scala 1:2000) utilizzabili anche al fine di eventuali azioni finalizzate alla riduzione dei consumi di ambiente di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento (in allegato). Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili. Negli elaborati corrispondenti alla fase di costruzione e alla fase post operam devono essere evidenziate, tramite descrizione e perimetrazione su cartografia, le modifiche intercorse rispetto alla precedente fase di indagine. Un indagine di tipo "A" viene eseguita, in condizioni stagionali e meteo-climatiche adatte, in una giornata di lavoro ed è da considerarsi rappresentativa per anno di monitoraggio.

#### Indagine tipo "C": Censimento floristico

Il rilievo deve essere effettuato in aree che contengano una porzione significativa ed omogenea della comunità vegetale in esame (ad esempio non è metodologicamente corretto un rilievo effettuato in corrispondenza del punto di contatto tra un'area boscata ed un prato polifita, ovvero tra aree di transizione). I censimenti della flora devono essere realizzati in aree di interesse poste ai lati del tracciato dell'opera opportunamente scelte in modo da attraversare le fitocenosi più rappresentative di ciascuna area d'indagine.

Si ritiene necessario omogeneizzare le superfici di tutti i rilievi fitosociologici e differenziarne l'estensione in funzione della tipologia vegetazionale:

- superfici di 30x30 m<sup>2</sup> per le vegetazioni boschive;
- 10x10 m<sup>2</sup> per prati ed altre formazioni erbacee.

Il riconoscimento delle specie può avvenire in campagna quando il campione è

certo al livello di specie; viceversa i campioni per i quali sussistono dubbi debbono essere prelevati e portati in laboratorio per un'analisi più approfondita con l'ausilio di un binoculare stereoscopico. Nel caso in cui i campioni siano rinvenuti con caratteri diagnostici non sufficienti per il loro riconoscimento (fiori, frutti) a livello di specie a causa del periodo fenologico non coincidente con quello dei rilevamenti, di essi si indica unicamente il Genere seguito da "sp." Viceversa, quando l'attribuzione specifica è possibile, ma qualche carattere sistematico non collima esattamente con quanto descritto nella Flora di S. Pignatti, si può utilizzare il simbolo "cfr". Occorre precisare che il censimento floristico, effettuato nell'arco di una giornata consente unicamente la redazione di una flora indicativa della realtà ambientale dell'area in esame. Si devono segnalare le specie rare, protette o di particolare interesse naturalistico.

Sulla cartografia al 1:5.000 vanno riportati per intero le aree di indagine ed i con visuali relativi alla documentazione fotografica. Si traducono tutte le verifiche effettuate in elaborati utilizzabili anche al fine di eventuali azioni finalizzate alla tutela di fitocenosi che ospitano specie di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili. Per meglio evidenziare le variazioni che la realizzazione dell'infrastruttura produce nella flora, in fase di costruzione e di esercizio, devono essere distinte anche le entità sinantropiche presenti nelle due fasce di indagine. Il rapporto specie sinantropiche/totale specie censite (Indice di naturalità) rappresenta, infatti, uno degli indici previsti per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura. In fase di ante operam la presenza delle specie sinantropiche permette invece di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce un riferimento per il confronto nelle fasi successive.

Di ciascuna specie sarà data la copertura ed indicata la corologia, evidenziando con il prefisso SIN le specie sinantropiche, ossia quelle con spettro di distribuzione ampio, cosmopolite e sub cosmopolite e quelle ruderali.

Inoltre saranno messe in rilievo quelle specie rare a livello nazionale e regionale

come indicate nelle Liste Rosse nazionali e regionali elaborate dalla Società Botanica Italiana e dal WWF con il contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

#### Indagine tipo "D": Comunità vegetali-il metodo fitosociologico

Le azioni antropiche possono determinare non soltanto l'alterazione della flora locale, ma possono anche causare variazioni della struttura delle formazioni vegetali. È utile pertanto effettuare un controllo sulle comunità vegetali, mediante rilievi fitosociologici con il metodo Braun-Blanquet.

Il rilievo fitosociologico (metodo di valutazione quali-quantitativa) si differenzia dal rilievo strettamente floristico (metodo qualitativo) perché, accanto ad ogni specie, si annotano i valori di "abbondanza-dominanza".

È necessario sottolineare che tali rilievi possono essere eseguiti solo all'interno di fitocenosi che conservino almeno parte della loro struttura originaria. Nell'area in esame quindi tali rilievi saranno limitati alle stazioni fisionomicamente e strutturalmente delineate.

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

Nell'ambito delle predefinite aree di indagine le stazioni di rilevamento saranno identificate sulla base dei caratteri fisionomici indicatori dell'unitarietà strutturale della vegetazione considerata.

Il rilievo deve essere effettuato in aree che contengano una porzione significativa ed omogenea della comunità vegetale in esame (ad esempio non è metodologicamente corretto un rilievo effettuato in corrispondenza del punto di contatto tra un'area boscata ed un prato polifita, ovvero tra aree di transizione).

Si ritiene necessario omogeneizzare le superfici di tutti i rilievi fitosociologici e differenziarne l'estensione in funzione della tipologia vegetazionale:

- superfici di 30x30 m<sup>2</sup> per le vegetazioni boschive;
- 10x10 m<sup>2</sup> per prati ed altre formazioni erbacee.

Si effettua quindi il censimento delle entità floristiche presenti, che viene riportato sulla relativa scheda di rilevamento, unitamente alla percentuale di terreno coperta da ciascuna specie.

Si specificano successivamente i parametri stazionali (altezza, esposizione, inclinazione), morfometrici (altezza degli alberi, diametro) con breve cenno sulle caratteristiche pedologiche, informazioni che completano la caratterizzazione della stazione. Per la stima del grado di copertura della singola specie si utilizza il metodo di Braun-Blanquet (1928);

Nel corso dell'indagine l'area in esame deve essere delimitata temporaneamente da una fettuccia metrica; ove possibile si devono marcare con vernice alcuni elementi-confine (alberi, pali della luce, ecc.) che permettano di individuare nuovamente l'area nelle fasi di corso d'opera e di post operam. Nel caso di vegetazione pluristratificata, le specie dei diversi strati vanno rilevate separatamente (strato arboreo, arbustivo ed erbaceo).

Le stazioni unitarie scelte sono state posizionate sulle carte di progetto in scala 1:5.000 e specificate attraverso l'indicazione delle coordinate geografiche. Sarà prodotta inoltre idonea documentazione fotografica i cui coni visuali saranno riportati in cartografia.

Per la misura della superficie rilevata si utilizzerà un doppio decametro e per le misure morfometriche (altezza degli arbusti e diametro degli alberi) una fettuccia metrica; l'altezza degli alberi sarà determinata facendo ricorso al metodo comunemente definito "albero metro".

Tutte le verifiche effettuate saranno tradotte in elaborati utilizzabili anche al fine di eventuali azioni finalizzate alla tutela di fitocenosi di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento, preventivamente organizzate in una Banca Dati Generale del Monitoraggio. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili.

Il metodo consiste in:

1. FASE ANALITICA: il rilievo fitosociologico:

- a. individuare il popolamento elementare, ossia quell'unità vegetazionale che rappresenta un ambito uniforme per composizione floristica, struttura e caratteristiche ambientali;



Figura 1 Individuazione unità vegetazionale

- b. registrare i dati stazionali
- c. compilare la lista di tutte le speci presenti nell'area
- d. attribuire alle varie specie il valore di abbondanza-dominanza secondo la scala di Braun-Blanchet

Individui rari o isolati	Ricopren- ti meno dell'1%	Ricopren- ti tra 1 e 5%	Ricopren- ti tra 5 e 25%	Ricopren- ti tra 25 e 50%	Ricopren- ti tra 50 e 75%	Ricopren- ti più del 75%
<i>r</i>	<i>+</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>

Tabella 18 attribuzione valori scala Braun-Blanchet

2. FASE SINTETICA: la tabella ricavata dall'insieme dei rilievi fitosociologici viene riordinata cercando di raggruppare i rilievi più omogenei e rappresentativi di particolari aspetti della vegetazione studiata per ottenere una tabella più strutturata organizzata classificando gli aggruppamenti vegetal ponendo l'associazione vegetale come categoria

di base (associazione vegetale= raggruppamento più o meno stabile e in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzato da una determinata composizione floristica, nella quale alcuni elementi esclusivi o quasi, specie caratteristiche, rivelano con la loro presenza una ecologia particolare e autonoma).

Si sottolinea che i rilievi saranno eseguiti due volte all'anno:

- un primo rilievo in aprile per aree boscate e in maggio per prati e altre formazioni erbacee, al fine di rilevare in modo esaustivo tutte le specie tipiche e caratterizzanti di ogni formazione vegetazionale;
- un secondo rilievo in settembre per tutte le vegetazioni, al fine di rilevare la presenza di eventuali specie esotiche.

Le tempistiche sopra individuate dovranno essere ritardate anno per anno sulla base delle caratteristiche meteorologiche che effettivamente si verificheranno.

Le indagini di tipo "A","C","D" verranno ripercorse con l'obiettivo di valutare la dinamica della vegetazione in fase ante operam, corso d'opera e post operam.

Indagine tipo "E": Analisi delle popolazioni di Mammiferi e Micromammiferi

Per l'indagine relativa alle popolazioni di mammiferi e micromammiferi, potenzialmente condizionata dalle interruzioni della continuità degli habitat da parte dei tratti stradali in rilevato e trincea, è necessario definire degli itinerari lineari per rilevarne la presenza. Il principale obiettivo di questo tipo d'indagine è la verifica di eventuali effetti di interruzione della continuità faunistica e dei corridoi biologici da parte dell'opera.

Con riferimento alle specie potenzialmente presenti nell'area di studio si prevede di utilizzare la tecnica hair tubes per i piccoli mammiferi come il moscardino o lo scoiattolo; per i mammiferi di maggiore dimensione come la volpe o i caprioli si può associare alla tecnica dell'hairtubes il monitoraggio mediante fototrappole.

Il monitoraggio con *hair-tubes* rappresenta una tecnica speditiva che può fornire risultati non solo in termini di presenza-assenza di specie, ma anche di

densità relativa per l'area indagata. Il monitoraggio prevede la preparazione, il posizionamento e il controllo di tubi in PVC per la raccolta di campioni di pelo. Per il monitoraggio degli scoiattoli e dei moscardini vengono utilizzati tubi della lunghezza di circa 30 cm e del diametro di 6 cm. Alle due estremità del tubo vengono posizionate delle placche in gomma sulle quali si applica una striscia di biadesivo di 3 cm di larghezza e 5 cm di lunghezza, che ha la funzione di trattenere i peli dell'animale quando questo entra nel tubo per cibarsi dell'esca posta al suo interno. Le trappole così preparate devono essere collocate lungo transetti lineari; in ogni area campione vengono generalmente posizionati 15 *hair-tube*, distanziati 100 -150 m uno dall'altro. Ogni transetto viene, di preferenza, posizionato ad una distanza di almeno 200 m da strade trafficate e da centri abitati, per ridurre al minimo il disturbo antropico.

Durante le fasi di controllo viene verificato il corretto posizionamento dell'*hair-tube*, procedendo alla sostituzione di tutte le placche dotate di biadesivo. Le 2 placche rimosse da ciascun *hairtube* devono essere conservate unendole in modo da avere la parte recante i peli rivolta verso l'esterno; successivamente i campioni vengono protetti con apposite pellicole, inseriti in buste e conservati in luogo asciutto. Ultimate le fasi di controllo delle placche, ogni *hair-tube* viene di nuovo innescato con esche.

Le attività di monitoraggio devono avvenire dopo circa 15-30 giorni dall'innescamento e devono essere effettuati almeno due controlli per evitare una elevata sovrapposizione di impronte che renderebbero impossibile la loro identificazione.

La raccolta di dati di tipo qualitativo, consentirà la compilazione di liste delle specie e il calcolo della ricchezza specifica totale.

I luoghi in cui verranno posizionati gli *hairtubes* saranno localizzati sulle carte di progetto in scala 1:5.000 specificando il posizionamento attraverso coordinate geografiche, e producendo idonea documentazione fotografica, i cui coni visuali saranno riportati sulla cartografia.

Tutte le verifiche effettuate saranno illustrate su elaborati utilizzabili anche al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio. Tutti i

dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento. Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili.

Le indagini sui micromammiferi vengono svolte una volta all'anno, tra la primavera e l'estate (nel periodo aprile-giugno, avendo cura di verificare le condizioni stagionali).

Come prima detto, associato a tale tecnica, si prevede di accertare la presenza delle specie, quali ad esempio la volpe o il capriolo (tra quelle identificate come potenzialmente presenti nell'area di progetto) mediante l'uso di fototrappole. Si tratta sostanzialmente di una macchina fotografica dotata di un sensore in grado di rilevamento capace di far scattare automaticamente la fotocamera al passaggio di un animale. I campi applicativi della fototrappola sono numerosi, e possono riguardare la determinazione della presenza di specie elusive o presenti con basse densità, l'identificazione di specie con segni di presenza non differenziabili, la stima del rapporto tra sessi e della struttura sociale in una popolazione, l'osservazione di animali affetti da patologie e la valutazione dell'effettivo utilizzo di passaggi faunistici.

L'attività di monitoraggio ante operam consentirà di individuare le specie maggiormente presenti nell'area di studio; le stesse saranno considerate nelle successive fasi come specie target. Per ciascun punto di monitoraggio si indicheranno le specie che in funzione dell'ambiente naturale e vegetazionale presente in zona sono state censite nello SIA.

#### Indagine tipo "F" Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche

L'avifauna, a causa della elevatissima capacità di spostamento, risponde in tempi molto brevi alle variazioni ambientali e può pertanto essere utilizzata come un efficace indicatore ecologico, soprattutto se il livello di studio prende in considerazione l'intera comunità delle specie presenti nei differenti biotopi. Per il rilevamento delle comunità ornitiche occorre individuare percorsi lineari rappresentativi al fine di registrare tutti gli individui delle diverse specie presenti nelle stazioni di rilevamento e descrivere in modo sufficientemente approfondito la comunità avifaunistica presente e le sue caratteristiche ecologiche e qualitative.

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

1. Lo studio sull'avifauna saranno condotte 3 sessioni di monitoraggio nel corso dei mesi primaverili-estivi per la raccolta di dati sulla comunità delle specie nidificanti e nel periodo novembre-febbraio per le specie svernanti, attraverso il metodo dei sentieri campione (Transect Method); tale metodologia è ampiamente sperimentata e di uso consolidato (Merikallio, 1946; Jarvinen & Vaisanen, 1976). Questo metodo è particolarmente adatto per essere applicato in tutte le stagioni e permette di raccogliere una discreta quantità di informazioni con uno sforzo di ricerca contenuto. Il metodo consiste nel percorrere ad andatura costante, 1-2 km/ora un itinerario con andamento rettilineo e nell'annotare tutti gli individui delle diverse specie osservate od udite.
2. In ante operam verranno registrati tutti gli individui osservati od uditi all'interno di una fascia di circa 100 metri di ampiezza, ai due lati dell'itinerario campione. Nelle fasi successive si effettueranno i controlli di quanto osservato preliminarmente, per verificare eventuali scostamenti. I luoghi di ritrovamento dei campioni o di osservazione saranno posizionati sulle carte di progetto in scala 1:5.000 e saranno fotografati; individuando sulla cartografia i coni visuali delle foto.
3. I sentieri verranno percorsi tenendo presenti le indicazioni di Jarvinen & Vaisanen (1976), ossia scegliendo in anticipo il percorso su una mappa in modo che sia rappresentativo dell'area da studiare e percorrendo il tragitto nelle prime ore del mattino ed in assenza di vento e pioggia, camminando lentamente e fermandosi spesso per ascoltare le vocalizzazioni ed annotare le osservazioni. Per ricavare stime di densità è necessario effettuare almeno 35/40 registrazioni (singoli individui o nel caso di specie gregarie:gruppi) senza misurazione delle distanze (Burnham et al., 1980).

Tutte le indagini effettuate saranno tradotte in appositi elaborati, che saranno utilizzati anche al fine di eventuali azioni alla tutela di habitat che ospitano specie di pregio. Tutti i dati vengono riportati in apposite schede di rilevamento (in

allegato). Gli elaborati saranno analoghi per le tre fasi di indagine in modo da essere facilmente raffrontabili.

#### Indagine di tipo "G" – Analisi degli anfibi e dei rettili

Lo studio delle popolazioni di anfibi e rettili si basano su metodi di rilevamento per osservazione diretta che possono essere: per transetti o per quadrati campione. In questo caso specifico risulta più efficace il metodo dei quadrati campione che consiste nel suddividere l'area in quadrati di uguali dimensioni e all'interno dei quadrati selezionati vengono cercati e contati tutti gli esemplari presenti di anfibi e rettili. A seconda della tipologia ambientale dell'area da campionare si richiede un numero minimo di 3 giorni per effettuare il rilievo, ed il campionamento dovrà avvenire durante il periodo riproduttivo che in genere coincide per anfibi e rettili ed è individuabile nella primavera. La superficie dei quadrati campione varia da 1 a 25 mq e per ogni quadrato si riporterà su apposite schede il numero totale di avvistamenti. Tali dati dovranno poi essere riportati su cartografia di progetto 1:5000 indicando le densità delle presenze ed il rilievo fotografico dell'area e degli avvistamenti con appositi coni visivi.

Nella fase di AO, saranno individuati nell'area di monitoraggio selezionate i siti riproduttivi degli anfibi, nei quali sarà effettuato il conteggio delle ovature, come consigliato, per le specie presenti all'interno dei siti SIC/ZPS, nel documento ISPRA "Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali". Si adotteranno per ciascuna specie individuata, secondo le specifiche tecniche richiamate nell'appena citato Manuale.

Un indagine di tipo "G" viene svolta con nei seguenti periodi e con le seguenti frequenze:

- Anfibi - annualmente, 3 uscite durante i periodi biologici
  - ✓ Riproduttivo;
  - ✓ Post-riproduttivo;
  - ✓ Pre-ibernazione.
- Rettili – stagionale 4 volte/anno

Nello SIA si riporta il periodo di riproduzione, in cui si dovrà effettuare il

monitoraggio, per ciascuna delle specie potenzialmente presenti nell'area di studio e presenti nella Direttiva Habitat.

ANFIBI	Direttiva Habitat	PERIODO RIPRODUTTIVO											
	Allegato	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Ululone dal ventre giallo	II e IV												
Rana agile	IV												
Rana montana	V												
Rana verde	IV												

Tabella 19 Periodo riproduttivo degli anfibi potenzialmente presenti nell'area di studio (da SIA PD)

RETTILI	Direttiva Habitat	PERIODO RIPRODUTTIVO											
	Allegato	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Biacco	IV												
Colubro liscio	IV												
Colubro di Esculapio	IV												
Natrice tessellata	IV												
Ramarro occidentale	IV												
Lucertola muraiola	IV												

Tabella 20 Periodo riproduttivo dei rettili potenzialmente presenti nell'area di studio (da SIA PD)

Nell'attesa che il monitoraggio della fase ante operam dia dettagliato riscontro delle specie effettivamente presenti, ovvero delle specie target, si può considerare quale specie target in tale fase il rospo comune (Bufo bufo).

Indagine tipo "H": Analisi dei popolamenti ittici

L'indagine è finalizzata alla redazione di un'analisi di tipo quali-quantitativo. Le informazioni raccolte dovranno consentire di ottenere i principali dati significativi relativi ai popolamenti ittici, quali le caratteristiche di biodiversità, e di densità di popolazione. Laddove si ritenga necessario gli esemplari dovranno essere catturati nel modo meno stressante per consentirne l'attribuzione sistematica ed il rilevamento dei parametri biologici. Per le modalità di campionamento si fa riferimento al documento APAT "Protocollo di campionamento e analisi della fauna ittica dei sistemi lotici". Al termine delle

operazioni di misura essi saranno liberati. L'indagine sarà condotta lungo i corsi d'acqua facilmente accessibili intersecati dal tracciato. I corsi d'acqua selezionati ai fini dell'indagine non dovranno avere carattere stagionale ma, al contrario, possedere in ogni stagione il deflusso minimo vitale.

Nella fase ante operam saranno individuate le specie bersaglio e/o indicatrici che saranno oggetto di monitoraggio nelle successive fasi. Nel corso delle indagini saranno rilevati i principali parametri, ossia:

- Numero degli esemplari catturati;
- Specie di appartenenza;
- Peso individuale (g);
- Attribuzione della classe di età;
- Lunghezza individuale (cm).

Ove necessario, ad esempio per l'incertezza nell'attribuzione dei parametri, si farà ricorso ad indagini di laboratorio.

#### Attività successive all'uscita in campo

Una volta eseguita la campagna di monitoraggio sarà necessario:

- portare in laboratorio, laddove necessario, i campioni acquisiti;
- trasferire sulla scheda di misura informatizzata quanto registrato in campo;
- inviare i dati di campo preliminari (parametri in situ);
- compilare la parte delle scheda di misura relativa alla sezione dedicata alle analisi di laboratorio non appena queste saranno disponibili;
- inviare tutti i dati acquisiti e non ancora trasmessi;
- procedere con la valutazione di eventuali situazioni anomale.

#### Indagine tipo "I" Censimento dei Chiropteri

Sulla base delle indicazioni riportate nello SIA e delle informazioni raccolte in sede di sopralluogo per la progettazione definitiva dell'opera, si ritiene

necessario eseguire indagini di tipo I in prossimità di due cavità prossime alla futura galleria Pedescala; in particolar modo la cavità in corrispondenza della progressiva 12+364 coincide con la Voragine delle Banchette. Quest'ultima è identificata nell'atlante dei Mammiferi della Regione Veneto quale stazione ospitante colonie di Ferro di cavallo maggiore (*Rhinolophus ferrumequinum*). In esse si effettueranno indagini bioacustiche mediante punto d'ascolto nei siti di foraggiamento e/o abbeverata. Le cavità menzionate, sono state selezionate quali siti su cui effettuare il monitoraggio sui Chiroterri stante la vicinanza alla galleria e la tecnologia di scavo (di tipo tradizionale) adoperata che potrebbe avere effetti negativi di disturbo sulla specie.

#### *Indagini bioacustiche da punti di ascolto*

La registrazione degli ultrasuoni deve essere effettuata in siti idonei utilizzando un dispositivo in grado di abbassare la frequenza dell'emissione ultrasonora, denominato bat detector (D - 980 Ultrasound detector, Pettersson Elektronik, in modo da renderla udibile per l'orecchio umano, convertendola cioè in un intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 kHz. Le registrazioni devono essere effettuate, utilizzando un microfono per ultrasuoni Pettersson Elektronik AB serie D - 900, in modalità time expansion.

Deve essere utilizzata tale tecnica poiché essa è completa e in grado di fornire un quadro informativo piuttosto esauriente: è infatti l'unico sistema di traduzione in grado di mantenere le informazioni legate alle componenti armoniche del segnale.

Inoltre, contemporaneamente alle sessioni di cattura deve essere allestita anche una stazione di ascolto per la durata di circa 3 ore (21.00-24.00, periodo di massima contattabilità), con lo scopo di ottenere una stima dell'abbondanza di chiroterri delle diverse zone indagate (indagine quantitativa) e per ottenere registrazioni digitali in formato \*.wav utili per una discriminazione a livello specifico o generico (indagine qualitativa).

I contatti vengono registrati mediante l'utilizzo di un rilevatore di ultrasuoni Peterson D - 980 in modalità divisione di frequenza su postazione fissa,

posizionando il microfono in direzione dell'area prescelta. L'archiviazione dei dati ultrasonori viene effettuata registrando immediatamente l'ultrasuono su computer portatile in formato \*.wav.

Le indagini saranno effettuate con frequenza annuale nel periodo tra giugno e ottobre presso le aree dove si suppone siano localizzati i roost (posatoi) e nei luoghi di foraggiamento.

### *7.5 Scelta delle aree da monitorare*

La scelta delle aree da sottoporre a monitoraggio della componente "Vegetazione e Fauna" è avvenuta sulla base della conoscenza acquisita in fase di Progetto Esecutivo e sulla consultazione dei dati dalla letteratura di settore.

Sulla base delle caratteristiche vegetazionali ed ambientali del territorio precedentemente descritte, sono state definite le unità ambientali. La gravità dell'impatto a cui può essere soggetta una data area è direttamente proporzionale alla sensibilità dei recettori.

Pertanto, tra tutte le aree che presentano un rilevante carattere di qualità e vulnerabilità della copertura vegetazionale, sono state individuate e scelte per il monitoraggio le aree:

- intercettate dal tracciato di progetto o comunque potenzialmente interferite data la ridotta distanza; stante le caratteristiche del progetto, in gran parte in galleria, l'attenzione sarà rivolta alle aree di progetto all'aperto (rilevati e trincee);
- interessate dalle aree di cantiere;
- lungo le sezioni di alveo nei punti di attraversamento in corrispondenza dei viadotti Tre Vescovi e Calvario e delle finestre in gallerie Picchiarella e Casacastalda;
- Soggette a interventi di mitigazione ambientale, quali:
  - ✓ Interventi lineari di mascheramento;

- ✓ Interventi areali di inserimento paesaggistico;
- ✓ Interventi multifunzionali imbocchi gallerie;
- ✓ Invito per passaggi faunistici.

In corrispondenza delle aree soggette a interventi di mitigazione con opere a verde, sarà principalmente valutato nel post operam l'attecchimento delle specie da piantare previste negli elaborati di progetto esecutivo; tali verifiche andranno effettuate sul medio-lungo periodo. Per questa valutazione si rileva che sarà da considerarsi fisiologico un tasso di mortalità del 10-15% degli individui piantumati.

Dalla lettura degli elaborati si apprende che gli indirizzi di mitigazione e compensazione ambientale riferiscono di un sistema di interventi, distinto in azioni di mitigazione e di ricucitura: i primi sono volti alla mitigazione degli effetti dovuti alla realizzazione dell'infrastruttura, mentre i secondi si estrinsecano nell'ambito di una strategia volta a garantire un continuum eco sistemico tra i contesti naturali di margine e quelli direttamente interferiti. Il ruolo del PMA come strumento di indagine dovrà dunque verificare che le scelte progettuali in oggetto portino al perseguimento degli obiettivi prefissati; in tal senso gli interventi di mitigazione prevedono una serie di azioni riconducibili ad interventi lineari ed areali di inserimento naturalistico e paesaggistico mentre tra le azioni di ricucitura si profilano interventi di potenziamento vegetazionale di pertinenze fluviali e di versante con opere di deframmentazione eco sistemica volte a garantire la permeabilità naturalistica trasversalmente al tracciato. Come già menzionato, il tracciato giace in sotterraneo per molta parte del suo sviluppo longitudinale, il che costituisce di per se una garanzia più che convincente rispetto al contenimento di esternalità negative sul tessuto ambientale e naturalistico; ciò non toglie (in particolar modo ove si apprezzino tratte in rilevato e trincea o viadotto o che manifestino un evidente criticità rispetto alle azioni di progetto) che le opere a verde rivestano comunque una valenza strategica.

Per quanto attiene le aree di cantiere, si prevede l'esecuzione dei monitoraggi nelle tre fasi volti a valutare lo stress delle attività di cantiere sui suoli occupati e l'efficacia del ripristino ambientale dei siti come al loro attuale stato di fatto.

Sulla base di quanto generalmente indicato si allega a seguire il quadro sinottico delle aree di monitoraggio floro-vegetazionale, definito con riferimento agli studi e alle criticità emerse nel progetto esecutivo e nella precedente fase approvativa.

punto di monitoraggio	Sensibilità naturalistica e criticità riscontrate	Tipo di Indagine
VFF(1)	Area boscata con confluenza Rio Risacco e Fosso Tre Vescovi, presenza di area cantiere Viadotto Tre Vescovi ed area imbocco sud Galleria Picchiarella	A-C-D-E-F-G-H-I
VFF(2)	Area boscata con presenza del rio Tre Vescovi, area cantiere per la realizzazione Viadotto Tre Vescovi e imbocco Galleria Picchiarella, l'asse autostradale ha creato una discontinuità nell'unità boschiva originaria mediante la realizzazione di una barriera semipermeabile costituita dal viadotto e impermeabile costituita dal tratto precedente.	A-C-D-E-F-G-I
VFF(3)	Area boscata attraversata da Rio Calvario ed altri fossi affluenti, l'unitarietà degli habitat è stata frammentata dalla realizzazione di una barriera semipermeabile costituiti da un tratto all'aperto costituito dalla realizzazione del Ponte Calvario e dagli imbocchi delle gallerie naturali Picchiarella e Casacastalda.	A-C-D-E-F-G-H-I
VFF(4)	Area boscata che viene interessata dalla realizzazione della finestra della galleria Casacastalda	A-C-D-E-F-G-I
VFF(5)	Area boscata limitrofa all'area di deposito B.	A-C-D-E-F-G-I

Tabella 21 punti di monitoraggio della componente vegetazione e fauna.

### 7.6 *Strutturazione delle informazioni*

Differentemente da tutte le altre componenti ambientali, quella naturalistica riguardante vegetazione e fauna risulterà di più difficile e complessa caratterizzazione, stante la multisettorialità delle osservazioni e la complessità dei parametri in gioco. D'altro canto molti degli indicatori che dovranno essere considerati per la definizione delle condizioni naturalistiche sono di difficile rappresentazione, e non è possibile procedere in un modo univoco alla ricostruzione dello stato ecologico ed ambientale di un contesto naturale, o stabilire dei criteri di paragone tra scenari diversi. La produzione dei risultati dovrà pertanto pervenire nei limiti delle indagini predisposte alla definizione di "descrittori di naturalità", come aggregazione delle informazioni collezionate.

Laddove si riscontrino peggioramenti degli indicatori ambientali, il trend dovrà essere opportunamente sottolineato, entrando nel merito delle cause che potrebbero aver causato il deterioramento della componente in esame, e stabilendo i correttivi da mettere in atto.

Il monitoraggio ambientale, proprio in quanto attività di presidio ambientale, richiede estrema tempestività nella restituzione dei dati, in particolare nella fase di corso d'opera, al fine di consentire un efficace intervento nel caso in cui si riscontrassero situazioni di criticità.

Il rapido accesso ai dati sarà assicurato dal Sistema Informativo Territoriale, che consentirà di gestire in modo tempestivo l'acquisizione ed il processo di analisi delle misure di monitoraggio.

Il SIT dovrà quindi rispondere non solo ad esigenze di archiviazione, ma anche di acquisizione, validazione, elaborazione, comparazione, pubblicazione e trasmissione dei diversi dati.

La georeferenziazione dei dati deve essere effettuata in sistema WGS-84 mentre per quanto riguarda il tipo di proiezione deve essere adottata la proiezione cilindrica traversa di Gauss, nella versione Gauss Boaga.

Nel SIT saranno resi disponibili i seguenti dati:

- il file della fotografia della sezione di misura e tutti i file che riportano i dati propri del rilievo;
- la scheda di campo/misura;
- gli esiti delle misure in situ.

### 7.7 Gestione delle anomalie

Per ciascuna delle stazioni selezionate in fase di indagine ante operam saranno definiti degli opportuni livelli di criticità ambientale potenziale in rapporto alla realizzazione del progetto. In tre livelli risulteranno attribuibili sulla base di analisi comparative, secondo la seguente scala di valori:

- ✓ Criticità elevata (A)
- ✓ Criticità intermedia (M)
- ✓ Criticità bassa (B)

Tutti e tre i livelli saranno attribuibili agli aspetti sia legati alla vegetazione, sia faunistici, ed infine saranno rapportati al consumo diretto di vegetazione.

I livelli così definiti consentiranno di introdurre opportuni aggiustamenti di indagine per le successive fasi di monitoraggio (corso d'opera e post operam), in modo da concentrare l'attenzione negli ambiti maggiormente sensibili e trascurare, al contrario, le verifiche di scarsa rappresentatività.

### 7.8 Articolazione temporale del monitoraggio

Le indagini predisposte nel presente progetto sono impostate con l'obiettivo principale di verificare la variazione della qualità naturalistica ed ecologica nelle aree direttamente o indirettamente interessate dalla realizzazione dell'opera, con specifico riferimento ai recettori maggiormente sensibili individuati in sede di VIA e nelle successive fasi progettuali definitiva ed esecutiva.

In tale contesto le indagini condotte in fase di ante operam avranno caratteristiche simili a quelle già condotte per la redazione dello S.I.A., ma ad un livello di maggiore dettaglio ed approfondimento. Hanno lo scopo di definire compiutamente la caratterizzazione dello stato dell'ambiente nelle aree

d'indagine prima dell'inizio dei lavori. Più in particolare le indagini saranno finalizzate a raccogliere le informazioni inerenti lo stato di salute degli ecosistemi delle aree selezionate per il monitoraggio e saranno svolte preliminarmente all'insediamento dei cantieri.

Le indagini condotte in fase di realizzazione avranno come scopo non solo di accertare le eventuali condizioni di stress indotte dalle lavorazioni sulle componenti indagate, ma anche di verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione di queste, monitorando le condizioni fitosanitarie del recettore, e di predisporre, ove necessario, adeguati interventi correttivi.

Nella fase post operam le indagini saranno finalizzate per lo più ad accertare la corretta applicazione delle misure di mitigazione al fine di verificare lo stato evolutivo della vegetazione di nuovo impianto nelle aree soggette a ripristino vegetazionale; il PO avrà durata di 3 anni dall'entrata in esercizio dell'opera.

In linea generale il monitoraggio sarà così articolato:

Indagine		AO	CO	PO (3 anni)
A	Mosaici di vegetazione adiacenti le aree di cantiere	1 misura	1 misura	1 misura/anno
C	Analisi Floristica	2 misure	2 misure/anno	2 misure/anno
D	Analisi delle Comunità Vegetali	2 misure	2 misure/anno	2 misure/anno
	Verifica di attecchimento			1 misura/anno
E	Mammiferi e micromammiferi	1 misura	1 misura/anno	1 misura/anno
F	Indagini sulla Comunità Ornitica (nidificante e svernante)	6 misure	6 misure/anno	6 misure/anno
G	Indagini sugli Anfibi	3 misura	3 misura/anno	3 misura/anno
G	Indagini sui rettili	4 misura	4 misure/anno	4 misure/anno
H	Indagini su popolamenti ittici	1 misura	1 misura/anno	1 misura/anno

I	Censimento chiroterteri	1 misura	1 misura/anno	1 misura/anno
---	-------------------------	----------	------------------	------------------

Tabella 22 Tempistica e indici delle indagini previste

		gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
C	Analisi Floristica												
D	Analisi delle Comunità Vegetali												
E	Mammiferi e micromammiferi												
F	Indagini sulla Comunità Ornitica												
G	Indagini sugli Anfibi e i rettili												
H	Indagini su popolamenti ittici												
I	Censimento chiroterteri												

Tabella 23 Periodo di monitoraggio indicativo

Si riporta di seguito la frequenza specifica per ogni punto di monitoraggio.

punto di monitoraggio	Tipo di Indagine	AO	CO	PO (3 ANNI)
VFF(1)	A-C-D-E-F-G-H-I	A - 1 MISURA C - 2 MISURE D - 2 MISURE E - 1 MISURA F - 6 MISURE G - 3 MISURE H - 4 MISURE I - 1 MISURA	A - 1 MISURA C - 2 MISURE/ANNO D - 2 MISURE/ANNO E - 1 MISURA/ANNO F - 6 MISURE/ANNO G - 3 MISURE/ANNO H - 4 MISURE/ANNO I - 1 MISURA/ANNO	A - 1 MISURA C - 2 MISURE/ANNO D - 2 MISURE/ANNO E - 1 MISURA/ANNO F - 6 MISURE/ANNO G - 3 MISURE/ANNO H - 4 MISURE/ANNO I - 1 MISURA/ANNO

VFF(2)	A-C-D-E-F-G-I	A - 1 MISURA C - 2 MISURE D - 2 MISURE E - 1 MISURA F - 6 MISURE G - 3 MISURE I - 1 MISURA	A - 1 MISURA C - 2 MISURE/ANNO D - 2 MISURE/ANNO E - 1 MISURA/ANNO F - 6 MISURE/ANNO G - 3 MISURE/ANNO I - 1 MISURA/ANNO	A - 1 MISURA C - 2 MISURE/ANNO D - 2 MISURE/ANNO E - 1 MISURA/ANNO F - 6 MISURE/ANNO G - 3 MISURE/ANNO I - 1 MISURA/ANNO
VFF(3)	A-C-D-E-F-G-H-I	A - 1 MISURA C - 2 MISURE D - 2 MISURE E - 1 MISURA F - 6 MISURE G - 3 MISURE H - 4 MISURE I - 1 MISURA	A - 1 MISURA C - 2 MISURE/ANNO D - 2 MISURE/ANNO E - 1 MISURA/ANNO F - 6 MISURE/ANNO G - 3 MISURE/ANNO H - 4 MISURE/ANNO I - 1 MISURA/ANNO	A - 1 MISURA C - 2 MISURE/ANNO D - 2 MISURE/ANNO E - 1 MISURA/ANNO F - 6 MISURE/ANNO G - 3 MISURE/ANNO H - 4 MISURE/ANNO I - 1 MISURA/ANNO
VFF(4)	A-C-D-E-F-G-I	A - 1 MISURA C - 2 MISURE D - 2 MISURE E - 1 MISURA F - 6 MISURE G - 3 MISURE I - 1 MISURA	A - 1 MISURA C - 2 MISURE/ANNO D - 2 MISURE/ANNO E - 1 MISURA/ANNO F - 6 MISURE/ANNO G - 3 MISURE/ANNO I - 1 MISURA/ANNO	A - 1 MISURA C - 2 MISURE/ANNO D - 2 MISURE/ANNO E - 1 MISURA/ANNO F - 6 MISURE/ANNO G - 3 MISURE/ANNO I - 1 MISURA/ANNO
VFF(5)	A-C-D-E-F-G-I	A - 1 MISURA C - 2 MISURE D - 2 MISURE E - 1 MISURA F - 6 MISURE G - 3 MISURE	A - 1 MISURA C - 2 MISURE/ANNO D - 2 MISURE/ANNO E - 1	A - 1 MISURA C - 2 MISURE/ANNO D - 2 MISURE/ANNO E - 1

MANDATARIA

MANDANTE

		I -1 MISURA	MISURA/ANNO F - 6 MISURE/ANNO G - 3 MISURE/ANNO I -1 MISURA/ANNO	MISURA/ANNO F - 6 MISURE/ANNO G - 3 MISURE/ANNO I -1 MISURA/ANNO
--	--	-------------	--	--

Tabella 24 Frequenze monitoraggio vegetazione

### 7.9 Documentazione da produrre

Nel corso del monitoraggio saranno rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura.
- Relazione di fase AO.
- Relazione di fase CO e bollettini annuali.
- Relazione di fase PO.
- Dati sul SIT.

#### Scheda di misura

La scheda di misura conterrà i principali dati identificativi dell'area/punto di monitoraggio (codice punto, superficie rilevata, coordinate, altitudine, Regione, Provincia, Comune), informazioni relative al tipo misure svolte ed i risultati relativi all'indagine specifica.

#### Relazione di ante operam (1 relazione)

Al fine di illustrare i risultati delle attività preliminari di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase di AO che dovrà costituire il parametro di confronto per la relazione della successiva fase di PO.

#### Relazione di corso d'opera e bollettini annuali

Al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO e per fornire una valutazione dell'efficacia delle misure di mitigazione previste in fase di progetto e di quelle eventualmente introdotte a seguito delle risultanze del monitoraggio

stesso.

Relazione di post operam (1 relazione/anno)

Nella fase di PO, dedicata al monitoraggio della fase di esercizio dell'infrastruttura, dovranno essere forniti una sintesi dei dati acquisiti in tutti i punti di monitoraggio.

Report di segnalazione anomalie

Nel caso di situazioni anomale dovrà esserne data tempestiva segnalazione al Committente e all'Ente di controllo tramite un report che dovrà comprendere tutte le indicazioni riportate nell'apposito paragrafo del presente capitolo.

## 8 COMPONENTE AMBIENTALE SUOLO

### 8.1 Finalità del lavoro

Il presente capitolo costituisce la sezione del Progetto di Monitoraggio Ambientale dedicata alla descrizione della componente Suolo.

Il monitoraggio viene eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera al fine di:

- misurare gli stati di ante operam, corso d'opera e post operam in modo da documentare l'evolversi delle caratteristiche ambientali;
- controllare le previsioni di impatto per le fasi di costruzione ed esercizio;
- fornire agli Enti preposti al controllo gli elementi di verifica della corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

A questo proposito generalmente si assumono come riferimento (o "stato zero") i valori registrati allo stato attuale (ante operam); si procede poi con misurazioni nel corso delle fasi di costruzione (a cadenza regolare oppure in relazione alla tipologia di lavorazioni previste) e infine si valuterà lo stato di post operam al fine di definire la situazione ambientale a lavori conclusi e con l'opera in effettivo esercizio.

Il suolo è un'entità vivente molto complessa, in grado di respirare, di assimilare elementi utili quali il carbonio e l'azoto, di degradare e mineralizzare i composti organici, di accumulare sostanze di riserva sotto forma di humus. Queste funzioni sono dovute all'innomerevole quantità di organismi micro e macroscopici che popolano il terreno e che intervengono attivamente con il loro metabolismo sulla composizione dello stesso, trasformandolo e rigenerandolo.

Le principali funzioni del suolo, nei suoi diversi orizzonti, sono:

- produttiva, intesa come capacità dei suoli di implementare la trasformazione di energia radiante in energia biochimica; la sua conoscenza consente di individuare le aree più fertili, dove alte rese produttive possono ottenersi con un basso impatto ambientale (agricoltura ecosostenibile).
- protettiva, intesa come capacità dei suoli di essere filtro e tampone per gli agenti inquinanti, elemento di regolazione e distribuzione dei flussi idrici, fattore di mitigazione del rischio idrogeologico e dell'effetto serra.
- naturalistica, intesa come capacità di ospitare riserve biotiche, pedoflora, pedofauna e di trasmettere i segni della storia ecosistemica.

La componente Terre e rocce da scavo non viene trattata nell'ambito del presente PMA, in quanto oggetto specifico del Piano di Utilizzo Terre.

## *8.2 Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente*

La presente relazione è stata redatta utilizzando come supporto i documenti di seguito elencati:

- Progetto esecutivo;
- Relazione geologica e tavole grafiche allegate;
- Web-gis Regione Umbria.

Dal set documentale in esame si è potuto determinare l'inquadramento della zona oggetto dell'intervento; da queste si evince:

- Piano Paesaggistico Regionale, Quadro Conoscitivo, Carte Tematiche alla Scala Regionale, Carta QC 1.1 Morfologia del suolo, singolarità geologiche e reticolo idrografico (Aggiornata a Gennaio 2012): la zona d'interesse non passa attraverso aree con singolarità geologiche e/o idrologiche;
- Piano Paesaggistico Regionale, Quadro Conoscitivo, Carte Tematiche alla Scala Regionale, Carta QC 1.2 Uso del Suolo. Copertura Forestale (Aggiornata a Gennaio 2012): il progetto in esame attraversa zone ricoperte da bosco ceduo, fustaie e praterie secondarie sub mediterranee;
- Piano Paesaggistico Regionale, Quadro Conoscitivo, Carte Tematiche alla Scala Regionale, Carta QC 1.3 Uso del Suolo. Copertura Agricola (Aggiornata a Gennaio 2012): l'area sotto osservazione attraversa zone ricoperte da aree urbanizzate, boschi di caducifoglie collinari, oliveti, campi coltivati ed abbandonati, arbusti collinari e montani, praterie secondarie sub mediterranee;
- Piano Paesaggistico Regionale, Quadro Conoscitivo, Carte Tematiche alla Scala Regionale, Carta QC 1.5 Siti di interesse naturalistico (Aggiornata a Gennaio 2012): nella parte iniziale dell'area oggetto dell'intervento, ovvero quella di comune di Valfabbrica, è presente una zona SIC (IT5210075 - Boschi e pascoli di Fratticiola Selvatica);
- Piano Paesaggistico Regionale, Quadro Conoscitivo, Carte Tematiche alla Scala Regionale, Carta QC 1.6 Rete ecologica regionale parte Nord (Aggiornata a Gennaio 2012): il sito interessato ricade all'interno dell'habitat del lupo, del gatto selvatico europeo, del capriolo, del tasso, dell'istrice e della lepre bruna;
- Piano Paesaggistico Regionale, Quadro Conoscitivo, Carte Tematiche alla Scala Regionale, Carta QC 1.10 Zone di elevata diversità floristico

vegetazionale (Aggiornata a Gennaio 2012): non sono presenti zone di elevata diversità floristico vegetazionale all'interno dell'area in esame;

- Piano Paesaggistico Regionale, Quadro Conoscitivo, Carte Tematiche alla Scala Regionale, Carta QC 1.11 Zone di particolare interesse naturalistico ambientale (Aggiornata a Gennaio 2012): non ci sono zone di particolare interesse naturalistico ambientale nel sito;

Piano Paesaggistico Regionale, Quadro Conoscitivo, Carte Tematiche alla Scala Regionale, Carta QC 3.5 Aree di particolare interesse agricolo (Aggiornata a Gennaio 2012): non risultano insistere zone di particolare interesse agricolo nella zona dell'intervento.

I terreni affioranti nell'area interessata dal tracciato in progetto sono stati raggruppati in due successioni, una "marina" ascrivibile al basamento torbiditico della Formazione della Marnoso-Arenacea s.l. (FMA<sub>4</sub>), Membro di Galeata, di età Langhiano superiore-Serravalliano superiore, l'altra "continentale" che ricopre un periodo compreso tra il Plio-Pleistocene e l'Olocene, comprendente: depositi alluvionali fluvio-lacustri (FL), depositi eluvio-colluviali (ter), depositi di frana (cfr) e accumuli antropici (ant). La formazione torbiditica della Marnoso-Arenacea s.l. affiora diffusamente lungo gli opposti versanti della valle del F. Chiascio e del Rio Risacco e costituisce il basamento su cui si sono sedimentate le successive formazioni continentali (vedi stralcio carta geologica 1:100000 – Foglio n. 123 – Assisi).



Figura 2: Stralcio carta geologica 1:100000 – Foglio n. 123 – Assisi

Il tracciato in oggetto, interessa prevalentemente le unità litoidi della marnoso arenacea e le unità eluvio colluviali di alterazione della stessa. Solo in alcuni limitati settori le opere andranno ad intercettare corpi eterometrici di frana e depositi antropici di spessore rilevanti, derivanti da lavorazioni eseguite in loco durante le precedenti fasi costruttive del lotto in oggetto.

Le caratteristiche litologico stratigrafiche delle unità riconosciute sono descritte nel successivo paragrafo mentre la loro distribuzione areale e verticale verrà considerata con maggiore attenzione nella trattazione di dettaglio del tracciato in progetto.

L'area interessata dal tracciato in progetto è inquadrabile in un ambito collinare con tracciato tendenzialmente parallelo inizialmente al Fiume Chiascio e successivamente al corso del Rio Risacco, affluente in riva sinistra del F. Chiascio stesso, che rappresenta l'elemento idrografico principale dell'area. Il tracciato corre ad una quota variabile da circa 300 a circa 400 m s.l.m., con direzione SO-NE. Gli odierni processi morfogenetici risultano pilotati da un forte controllo strutturale sia passivo (litotipo affiorante) che attivo (sistemi di discontinuità e grado di fratturazione del bedrock). La natura del substrato roccioso e dei sedimenti di copertura è, infatti, elemento distintivo e determinante per i tipi di processi morfogenetici dominanti nell'area d'interesse.

L'intero substrato roccioso è pervaso da sistemi di faglie coniugate che ne aumentano il grado di fratturazione favorendo i processi di alterazione superficiale. La formazione Marnoso-Arenacea è a tratti ricoperta da coltri di materiale eluvio - colluviale disposte nelle depressioni topografiche, per la maggior parte nella porzione mediana e basale dei versanti e più abbondanti nei membri a maggiore composizione pelitica. Il substrato roccioso è costituito dalla formazione della Marnoso-Arenacea riconosciuta come appartenente al Membro di Galeata (FMA<sub>4</sub>), costituito da una successione pelitico arenacea con rapporto A/P variabile da 1/5 a 1/10. La percentuale e la disposizione giacitura dei sedimenti marnosi e siltosi condizionano generalmente la maggiore propensione al dissesto gravitativo.

La maggior parte dei fenomeni franosi è concentrata nelle aree con sviluppate coltri pluvio-colluviali anche se è riscontrato che alcuni dissesti hanno interessato anche il basamento roccioso. I dissesti riconosciuti sono stati classificati, con grado di attività da attivo a quiescente ad inattivo; per la loro distribuzione e classificazione si vedano le carte geomorfologiche allegate al progetto.

Per quanto riguarda i meccanismi cinematici di innesco e messa in posto si tratta di fenomeni di scorrimento prevalentemente roto-traslazionale o con meccanismo complesso. Le aree in dissesto si trovano frequentemente in corrispondenza di sistemi di faglie o joints che tendono a diminuire le caratteristiche di qualità dell'ammasso roccioso. Ciò è stato evidenziato da osservazioni di campagna e a volte provato da brusche variazioni giaciture in prossimità di tali aree. Dal punto di vista generale, per quanto riguarda la pendenza naturale dei versanti, questa è regolata dalle unità litologiche presenti e dal loro assetto stratigrafico; laddove prevalgono le litofacies arenacee ed in modo accentuato dove l'assetto degli strati è a reggipoggio, le pendenze raggiungono i valori più elevati. La presenza di unità pelitiche o di litofacies continentali da luogo a versanti più blandi con pendenze notevolmente inferiori.

L'area è stata già oggetto, durante le lavorazioni legate al precedente appalto, di

operazioni di scavo e riporto, con realizzazione di scarpate provvisorie di scavo, in corrispondenza delle zone in trincea, con pendenze massime pari a circa l'85% e altezze superiori a 20 m.

Particolare attenzione dovrà essere posta in fase di cantiere alla regimazione idraulica delle aree che sono già state oggetto di intervento antropico. Esempio tipico è l'area di deposito e rimodellamento morfologico nella zona del Viadotto Ca' Baldaccio esaurita nel precedente appalto, che necessita attualmente di opere di sistemazione ambientale che limitino i fenomeni di erosione da parte delle acque di scorrimento superficiale.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico, la quasi totalità dei fossi che scendono lungo i versanti in oggetto, si presentano con un basso grado di gerarchizzazione, la densità di drenaggio è medio alta e i pattern idrografici sono di tipo angolato, indice di un forte controllo strutturale sull'orientamento degli stessi.

La maggior parte dei fossi inoltre esercitano una forte incisione lineare, in particolare nella parte mediana e distale del loro profilo con scarpate fluviali di diversa altezza.

L'elemento idrografico più rilevante rimane comunque il F.Chiasco, collettore principale dell'area d'interesse, costantemente in sedimentazione e che divaga tra le alluvioni terrazzate ed attuali.

Per il dettaglio sulle condizioni morfologiche dell'area si rimanda alla lettura degli elaborati geomorfologici generali e di dettaglio ed alla descrizione eseguita nel capitolo dedicato alla definizione del modello geologico tecnico lungo il tracciato.

Nei successivi paragrafi saranno descritti i dissesti gravitativi individuati, attivi o quiescenti, interferenti con il tracciato in aree in cui non sono ancora state realizzate le opere d'arte.

### *8.3 Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici*

Di seguito è riportato un breve catalogo dei principali riferimenti normativi comunitari, nazionali, regionali, con in calce la sintesi dei loro rispettivi contenuti.

#### **Normativa nazionale**

LEGGE 183/1989 Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo

DPR 18/07/1995 Atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di Bacino

DL 180/98 convertito nella L.267/98 e modificata con L.226/99 Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico

Decreto attuativo DPCM 29/09/1998

D.M. 01/08/1997 Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli;

D.M. 13/09/1999 Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. 185 del 21/10/1999);

D.M. 25/03/2002 Rettifiche al Decreto 13/09/1999 (G.U. n. 84 del 10/04/2002).

APAT-RTI CTN\_SSC 2/2002 Guida tecnica su metodi di analisi per il suolo e siti contaminati - Utilizzo di indicatori eco tossicologici e biologici

ELEMENTI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE NAZIONALE DI MONITORAGGIO DEL SUOLO A FINI AMBIENTALI APAT - Versione aggiornata sulla base delle indicazioni contenute nella strategia tematica del suolo dell'unione europea ottobre 2004

Guida tecnica sui metodi di analisi dei suoli contaminati Guida tecnica sui metodi di analisi dei suoli contaminati realizzato nell'ambito del Centro Tematico Nazionale 'Suolo e siti contaminati'

D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. Norme in materia di bonifica dei siti inquinati di cui alla parte quarta titolo V al Decreto;

Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;

#### 8.4 Scelta degli indicatori ambientali

I parametri da rilevare in campo in laboratorio necessari al monitoraggio della matrice suolo sono i seguenti:

PARAMETRO	METODO ANALITICO	LIMITE RIL.
Tessitura	CNR IRSA 2 Q 64 Vol2 1984 + DM n 185 13/09/1999 S.O GU n 248 21/10/99	-
pH	DM n 185 13/09/1999 S.O GU n 248 21/10/99; "Metodi di analisi chimica del suolo" 3° versione -C.Colombo e T.Miano.	-
Carbonio organico	DM n 185 13/09/1999 SO n. 185 GU 248 21/10/1999 Met VII.2 - TOC - metodo Springer-Klee; "Metodi di analisi chimica del suolo" 3° versione -C.Colombo e T.Miano.	
Capacità scambio	DM n 185 13/09/1999 S.O GU n 248 21/10/99; "Metodi di analisi chimica del suolo" 3° versione -C.Colombo e	-

cationico	T.Miano.	
Basi di scambio (calcio, magnesio e potassio)	DM n 185 13/09/1999 S.O GU n 248 21/10/99; "Metodi di analisi chimica del suolo" 3° versione -C.Colombo e T.Miano.	-
Calcare totale	DM n 185 13/09/1999 S.O GU n 248 21/10/99; "Metodi di analisi chimica del suolo" 3° versione -C.Colombo e T.Miano.	-
Arsenico	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007	1 mg/kg SS
Cadmio	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/kg SS
Cromo	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/kg SS
Cromo VI	CNRIRSA 16 Q64 Vol.3 1986	0,2 mg/kg SS
Piombo	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007	0,1 mg/kg SS
Rame	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/kg SS
Zinco	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007	0,5 mg/kg SS
Idrocarburi C>12	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007	5 mg/kg SS
Idrocarburi C<=12	EPA 5021 A 2003 + EPA 8260 C 2006	1 mg/kg SS
BTEX	EPA 5021 A 2003 + EPA 8015 C 2007	0,1 mg/kg SS
IPA	EPA 3540 A 2007 + EPA 8100 c A 2007	1 µg/kg SS

Tabella 25 Parametri per il monitoraggio del suolo

Per ogni cantiere monitorato devono essere recepite le schede dei materiali utilizzati nel cantiere stesso. Laddove viene riscontrata la presenza di materiali interagenti con i terreni diversi da quelli sopra elencati, occorre che vengano segnalati e analizzati.

Il monitoraggio della componente dovrà effettuarsi nelle tre fasi temporali:

- ante-operam;
- in corso d'opera
- post-operam.

Il monitoraggio ante operam, sarà volto alla conoscenza dei tre aspetti principali: fertilità, presenza di inquinanti e caratteristiche fisiche.

Bisognerà inoltre integrare i dati acquisiti con dati disponibili presso gli Enti territoriali preposti alla tutela dell'ambiente (es. Regione Umbria, Arpa Umbria). Sulla scorta di tale quadro conoscitivo si procederà a validare le previsioni del presente PMA anche in relazione alla scelta dei punti di controllo e prelievo. In questa fase si effettueranno le prime indagini di monitoraggio che costituiscono la base di riferimento e confronto dello stato ambientale per le successive fasi di monitoraggio.

Si dovrà, inoltre, aver cura di verificare la presenza di possibili siti inquinati secondo il Dlgs 152/06 e ssmmii.

In corso d'opera, attraverso misurazioni e rilevamenti, la cui calendarizzazione è di seguito specificata in funzione delle lavorazioni previste (cronoprogramma dei lavori), si provvede al controllo delle condizioni dei suoli attraverso la verifica di:

- condizioni dei suoli accantonati e delle attività atte alla conservazione delle loro caratteristiche;
- l'insorgere di situazioni critiche, quali eventuali accidentali inquinamenti di suoli limitrofi ai cantieri.
- controllare che l'attività di cantierizzazione sia gestita in conformità alla vigente normativa di settore e a quanto pianificato in progetto;
- garantire, a fine lavori, il corretto ripristino dei suoli.

Le attività di misurazione e prelievo previste dal monitoraggio, per la fase di esercizio (post operam) hanno lo scopo di verificare il corretto ripristino dei suoli a fine lavori, e le sue caratteristiche chimico - fisiche in funzione della restituzione dei suoli all'uso originario. In relazione a quelli che saranno i risultati di tale fase del monitoraggio si valuterà la necessità di eventuali azioni da porre in atto qualora dovessero emergere situazioni di criticità.

La caratterizzazione della componente sarà realizzata analizzando i seguenti aspetti:

- caratterizzazione geolitologica e geostrutturale: condizioni geologiche, condizioni strutturali, rischio sismico;
- caratterizzazione geomorfologica: processi morfoevolutivi di erosione, trasporto e sedimentazione;
- caratteristiche geotecniche dei terreni e delle rocce: stato fisico e strutturale dei terreni e delle rocce; stabilità dei versanti e frane; cedimenti;
- caratterizzazione pedologica: composizione fisico-chimica del suolo, componente biotica;
- caratterizzazione geochimica del sottosuolo: pericolosità intesa come metalli pesanti (naturali e contaminazione diffusa) e composti organici.

Indipendentemente dalle specifiche del presente piano di monitoraggio, è compito della struttura preposta all'attuazione del MA, adottare tutte le misure necessarie alla tutela dei suoli, controllando la validità delle tecniche e metodologie di costruzione nonché il rispetto della normativa vigente. Qualora dovessero sorgere criticità non previste, in accordo con le Autorità preposte, e con l'ausilio delle più recenti e validate metodologie, si dovrà intervenire per minimizzare gli impatti e ripristinare le condizioni iniziali.

La presenza di un cantiere altera le condizioni pedologiche dei suoli, interferendo con le condizioni di fertilità e di strato protettivo per gli strati inferiori, provocando:

- riduzione di fertilità per lo scotico del terreno;
- diminuzione della qualità produttiva;
- deterioramento delle proprietà fisiche, derivante dalla non corretta conservazione dei terreni accantonati;
- inquinamento da agenti chimici, in caso di sversamenti accidentali.

La corretta attuazione del piano e delle sue raccomandazioni, consente di valutare le eventuali modificazioni pedologiche verificatesi a causa delle attività di cantiere.

### *8.5 Descrizione delle metodologie di campionamento ed analisi*

Per le metodologie di campionamento ed analisi in situ e in laboratorio si dovranno mutuare le metodiche di riferimento di estrazione normativa (DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999); gli stessi indirizzi da essa estrapolati, riferiscono della necessità di assimilare le informazioni tecnico procedurali di altri metodi già definiti in ambito internazionale da istituzioni di normalizzazione come ISO e CEN. A tal proposito nel presente monitoraggio le operazioni di campionamento ed analisi, dovranno essere effettuate secondo le metodologie in calce al decreto, ed eseguite da laboratori certificati ed accreditati per il tipo di prova richiesta dalle presenti finalità.

L'accreditamento del laboratorio di prova, dovrà essere stato rilasciato da "ACCREDIA" (Ente italiano di Accreditamento).

Per il campionamento si procederà con uno scavo della profondità di 1,50 m con l'ausilio di pala meccanica, tale scavo dovrà presentare una parete verticale ben illuminata al fine di acquisire la profondità dello strato di separazione tra lo strato vegetale e lo strato sottostante, in ogni caso dovrà essere acquisito lo spessore e la profondità dell'orizzonte Ap e consentire l'acquisizione dei dati necessari per eseguire il ripristino allo stato ex ante delle aree di cantiere. Dopo lo scatto delle fotografie si passerà all'esame visivo dell'insieme del profilo, alla suddivisione dello stesso in orizzonti, alla descrizione degli orizzonti, alla classificazione del suolo, alla determinazione dei parametri fisici in situ, e al prelievo dei campioni, per la determinazione dei parametri fisici e chimici in laboratorio.

I campioni verranno prelevati uno per ogni orizzonte individuato.

Su ciascuna delle aree da monitorare, sarà eseguito un profilo con prelievo di campioni per analisi ambientali e pedologiche e di una trivellata, al fine di realizzare una verticale di indagine ogni ettaro per verificare se tutti i suoli presenti siano riconducibili alla tipologia del profilo. Si avrà quindi, per ciascuna area da monitorare, una verticale di indagine (tra pozzo e trivellata) ogni ettaro.

Nelle aree con profilo sono analizzati:

- tutti gli orizzonti descritti per i parametri standard,
- gli orizzonti Ap (superficiale 10-40 cm) e C (80-120 cm) per i metalli,
- l'orizzonte Ap (superficiale 10-40 cm) per idrocarburi C>12 e C<12, IPA e BTEX.

Nelle aree con sole trivellate sono analizzati:

- gli orizzonti Ap (superficiale 10-40 cm) e C (80-120 cm) per le analisi dei metalli,
- solo l'orizzonte Ap (superficiale 10-40 cm) per idrocarburi per idrocarburi C>12 e C<12, IPA e BTEX.

Prima dell'esecuzione delle indagini bisognerà effettuare un opportuno sopralluogo, durante il quale qualora per accedere all'area, si renda necessario attraversare proprietà private, si dovrà procedere all'acquisizione di un permesso scritto in cui si dovranno riportare le seguenti informazioni:

- modalità di accesso al punto;
- tipo di attività che sarà svolta dal personale tecnico incaricato;
- codice del punto di monitoraggio;
- modalità di rimborso di eventuali danni arrecati alla proprietà.

La qualità dei risultati delle analisi può essere fortemente compromessa da una esecuzione non corretta delle fasi di prelievo, immagazzinamento, trasporto e conservazione dei campioni, occorre quindi che ognuna di queste fasi sia sottoposta ad un controllo di qualità mirato a garantire:

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;
- l'assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- la protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- un'adeguata temperatura al momento del prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- un'adeguata temperatura di conservazione dei campioni;
- l'assenza di alterazioni biologiche nel corso dell' immagazzinamento e conservazione;
- l'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- la pulizia degli strumenti e attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione.

I contenitori devono essere riempiti completamente, sigillati ed etichettati.

I campioni prelevati devono essere etichettati tramite apposizione di cartellini con diciture annotate con penna ad inchiostro indelebile, da riportare sul verbale di campionamento,. Le informazioni minime da riportare sulle etichette sono:

- sigla del campione,
- intervallo di profondità di campionamento,
- matrice campionata,
- data campionamento,
- ora campionamento,
- tecnico campionatore.

Occorre trasferire ciascun campione finale in un contenitore asciutto, pulito, che non interagisca con il materiale terroso e sia impermeabile all'acqua ed alla polvere.

Occorre chiudere il contenitore e predisporre l'etichetta nella quale sia chiaramente identificato il campione.

Il tempo intercorrente tra il prelievo e l'analisi deve essere il più breve possibile onde evitare alterazioni del campione. Se non si possono effettuare immediatamente le determinazioni analitiche è necessario conservare il campione alla temperatura di 4°C.

I criteri di campionamento e i protocolli relativi alla formazione dei campioni prelevati e alla conservazione, al trasporto e alla preparazione per l'analisi, seguiranno quanto riportato nell'allegato 2 del Titolo V della parte quarta del D.Lgs. 152/06.

### *8.6 Definizione delle caratteristiche delle strumentazione*

Le caratteristiche delle apparecchiature da utilizzare sono indicate nella loro più ampia generalità nella norma DM 13/09/1999; L'accreditamento del laboratorio di prova, da parte di "ACCREDIA" (Ente italiano di Accreditamento) potrà confortare il cliente circa la rispondenza degli apparati di misurazione alle specifiche metodologiche indicate, a prescindere dalle caratteristiche di targa e di marchio delle diverse apparecchiature.

La strumentazione necessaria sarà composta come segue.

Sonde e campionatori necessari, per il sondaggio ai fini stratigrafici:

- sonda,
- secchio con volume non inferiore a 10 litri,
- cassetta catalogatrice,
- contenitori di capacità di almeno un litro, dotati di adeguato sistema di chiusura.

Il materiale delle trivellate man mano estratto dovrà essere adagiato in cassette catalogatrici, allineato per tratti di profondità crescente, per la descrizione, la documentazione fotografica e il successivo prelievo del campione.

Le carote dei terreni derivanti da ogni sondaggio saranno riposte in apposite cassette catalogatrici in polietilene, le quali saranno fotografate ed identificate.

### Contenitori

Ai fini analitici, dalla normativa italiana emerge il principale criterio di scelta dei contenitori in cui riporre il campione: si deve garantire la minore interazione tra l'analita e le pareti dei contenitori. Le interazioni possibili sono di due tipi: assorbimento sulle pareti dei contenitori oppure rilascio di sostanze da parte delle pareti stesse.

Un altro requisito dei contenitori, particolarmente importante nel caso di analiti volatili, è la chiusura a tenuta.

I materiali di cui devono essere composti i recipienti sono:

- vetro o teflon per la determinazione di sostanze organiche;

- vetro, teflon o polietilene per la determinazione di metalli.

Durante il rilievo si procederà alla compilazione delle schede di misura.

La scheda sarà anche corredata da una descrizione dell'area nell'intorno del punto di monitoraggio, dalla fotografia del sito e della trivella.

### 8.7 Scelta delle aree da monitorare

Per la componente ambientale suolo si predisporranno delle stazioni di monitoraggio, in corrispondenza dei punti maggiormente condizionati dall'attività di cantiere e significativi nel merito delle azioni di progetto.

E' doverosa una precisazione: il progetto in argomento prevede il riappalto di lavori già iniziati ed interrotti prima del loro compimento. Pertanto, l'attività di monitoraggio ante operam seguirà il seguente approccio metodologico: si individua l'area di interesse con base di estensione pari ad 1 ettaro, dopodichè si procederà all'effettuazione delle attività di indagine di seguito descritte sulla porzione di suolo indisturbato più prossima all'area interferita ovvero da interferire. questo approccio consentirà di garantire, per ciascuna area di interesse, la ricostituzione del suolo in considerazione della tessitura generale.

Le aree da considerare sono rappresentate dai terreni occupati da cantieri e siti di stoccaggio, che sotto l'aspetto della successiva riqualificazione e mitigazione ambientale, dovranno presentare il complesso di proprietà in grado di supportare lo sviluppo delle essenze previste dal progetto delle opere a verde. Vista l'importanza paesaggistica del corridoio di indagine, il recupero di tutte le aree intercluse assume i tratti di azione prioritaria, sia dal punto di vista ambientale che da quello paesaggistico. Le criticità riscontrate nelle aree individuate sono simili, e la loro ricostituzione sarà volta al recupero della tessitura e della struttura del suolo, restituendo a seguito della posa di terreno vegetale e ad una corretta sagomatura morfologica la sua ottimale potenzialità ecosistemica. Ciò è richiesto per i pesanti condizionamenti apprezzabili in situ e riferibili a diversi aspetti tra cui la compattazione della matrice pedologica dovuta al costipamento operato dai mezzi pesanti, il consolidamento del terreno sotteso ai rilevati, l'alta probabilità di problematiche legate alle modifiche locali dell'assetto dei suoli dovuto alla gestione delle acque meteoriche dilavanti, etc.. Il corretto ripristino della copertura pedologica sarà il principale obiettivo del presente PMA.

In tal senso, si dispone che indagini del suolo vengano eseguite presso le aree di cantiere, con finalità tese al recupero e restituzione dei siti di lavorazione alla loro originaria resa ambientale e/o agronomica.

Pertanto i prelievi si effettueranno in corrispondenza delle aree di cantiere di seguito riportate:

Cod.Stazione	Area da indagare
Suolo 1	Area cantiere viadotto "Tre Vescovi"
Suolo 2	Area soprastante imbocco lato Ancona GN Picchiarella
Suolo 3	Area soprastante imbocco lato Perugia GN Casa Castalda
Suolo 4	Prateria lato nord ovest imbocco lato ancona GN Casa Castalda
Suolo 5	Prateria lato nord ovest circa 400 m nord est da imbocco lato Ancona GN casa Castalda
Suolo 6	Zona sommitale finestra GN "Picchiarella"

La selezione dei parametri da analizzare, è determinata in funzione degli scopi da raggiungere e delle caratteristiche dei suoli da monitorare, per poter avere un quadro conoscitivo che informi dello stato di "salute" dei terreni e delle capacità di interazione con gli agenti esterni.

Si è stabilito quindi di individuare i parametri da analizzare in laboratorio la cui alterazione può determinare la variazione del comportamento del suolo alterando la sua fertilità e il suo potenziale protettivo, nonché il monitoraggio di:

- processi morfoevolutivi,
- stabilità dei versanti, frane e cedimenti.

Per ogni zona di cantiere monitorata devono essere recepite le schede dei materiali utilizzati nel cantiere stesso. Laddove viene riscontrata la presenza di materiali interagenti con i terreni diversi da quelli sopra elencati, occorre che vengano segnalati e analizzati.

Estensione Aree Cantiere [mq]	Id-feat	Cantieri/Aree di ripristino	Profilo	Campioni ambientali	Trivellate	Campioni Ambientali
-	Suolo 1	Area cantiere viadotto "Tre Vescovi"	1	2	/	/
-	Suolo 2	Area soprastante imbocco lato Ancona GN Picchiarella	1	2	/	/

-	Suolo 3	Area soprastante imbocco lato Perugia GN Casa Castalda	1	2	/	/
-	Suolo 4	Prateria lato nord ovest imbocco lato ancona GN Casa Castalda	1	2	/	/
-	Suolo 5	Prateria lato nord ovest circa 400 m nord est da imbocco lato Ancona GN casa Castalda	1	2	/	/
-	Suolo 6	Zona sommitale finestra GN "Picchiarella"	1	2	/	/
-	Campo Base	Area cantiere campo Base	1	2	1	2

### 8.8 Strutturazione delle informazioni

I dati raccolti nelle tre fasi del monitoraggio, dovranno essere archiviati, raccolti in schede riassuntive e inseriti nel sistema informativo; essi costituiscono la banca dati del MA.

Al momento del prelievo dei campioni, si dovrà compilare una scheda riportante tutti i dati occorrenti all'identificazione del luogo, momento e personale presente al momento della misura, data, ora, condizioni meteo, strumentazione impiegata e quant'altro necessario affinché in appresso si possa risalire all'azione svolta; tale scheda è una sorta di diario di tutte le attività in svolgimento.

I risultati ottenuti dopo le indagini dovranno essere validati dagli Enti preposti e resi disponibili per le opportune verifiche. I risultati della fase CO dovranno essere valutati confrontandoli con i risultati del monitoraggio AO ottenuti cioè nella fase indisturbata, dovranno inoltre essere valutati anche in relazione alla vigente normativa di settore.

I risultati della fase PO, dovranno essere relazionati, con i risultati dell'ante operam e con quelli della fase corso d'opera, le tre fasi dovranno essere relazionate tra loro, tale sintesi relazionale restituirà il cosiddetto "rendiconto finale".

Semestralmente saranno predisposti report riassuntivi dell'andamento del monitoraggio e annualmente sarà consegnata una relazione complessiva.

I dati, preventivamente valutati dalle Autorità competenti, dovranno essere resi in forma comprensibile anche a personale non specializzato e posti a disposizione del pubblico che volesse prenderne visione. Ciò avverrà attraverso la realizzazione di un portale dedicato sul web.

### *8.9 Gestione delle anomalie*

Per quanto concerne l'analisi chimico-fisica dei campioni prelevati, si definisce "condizione anomala" il superamento dei limiti di legge.

Eventuali superamenti dovranno comunque far riferimento al progetto di utilizzo (destinazione d'uso e Concentrazione soglia di contaminazione riferita alla specifica destinazione d'uso).

Per quanto concerne l'analisi stratigrafica, il confronto della fase di PO deve essere eseguito secondo il seguente criterio:

- se il progetto prevede il ripristino delle condizioni iniziali, l'analisi stratigrafica del PO deve essere confrontata con la fase di AO. Se l'analisi stratigrafica della fase di PO è diversa da quella della fase di AO, allora si definisce una condizione anomala;
- se il progetto prevede una destinazione d'uso del suolo diversa da quanto previsto in fase di AO, l'analisi stratigrafica del PO deve essere conforme a quanto previsto dal progetto in quel punto. Se l'analisi stratigrafica della fase di PO non è conforme a quanto previsto dal progetto, si definisce una condizione anomala.

### *8.10 Azioni correttive*

Nel caso in cui alcuni parametri, in AO, presentino valori superiori alle soglie di legge si procede secondo la modalità sotto descritta:

- apertura procedura di gestione dell'anomalia;
- comunicazione alla Committente, alla Direzione Lavori e all'organo di controllo;
- verificare con l'organo di controllo (Dipartimenti locali ARPA) se si tratta di valori di fondo naturale o meno.

Nel caso di superamenti naturali, si procede con la chiusura della scheda anomalia spiegando che si tratta di un superamento naturale.

Nel caso di superamenti "non naturali", si procede come segue:

- verifica del corretto funzionamento degli strumenti di analisi utilizzati ed eventuale ripetizione della misura;
- Nel caso di superamenti "non naturali", si concorderà con l'organo di controllo se e come intervenire con eventuali azioni correttive.

Qualora si verifichi una condizione anomala nelle fasi di CO e PO si procede nel seguente modo:

- apertura procedura di gestione dell'anomalia ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs 152/06;
- comunicazione alla Committente, alla Direzione Lavori e all'organo di controllo;
- verifica del corretto funzionamento degli strumenti di analisi utilizzati e ripetizione della misura in contraddittorio con ARPAV; sarà valutata di concerto con ARPAV la possibilità di ripetere la misura non solo sulla stessa verticale in cui si è riscontrata l'anomalia ma anche su un areale che possa consentire di individuare la sorgente di contaminazione nel caso si ritenga possa essere diversa dalle attività di cantiere. Il verificarsi di quest'ultima ipotesi, svincolerebbe l'esecuzione dei lavori dalla "responsabilità della contaminazione".

Qualora i parametri misurati risultassero inferiori o al limite di legge o ai valori di AO o si dimostrasse che il superamento non è imputabile alle lavorazioni che sono state eseguite, l'anomalia può ritenersi risolta.

### *8.11 Articolazione temporale del monitoraggio*

L'attività di monitoraggio dovrà essere distinta in tre precisi momenti: ante operam, corso d'opera e post operam.

#### **Monitoraggio ante operam**

il progetto in argomento prevede il riappalto di lavori già iniziati ed interrotti prima del loro compimento. Pertanto, l'attività di monitoraggio ante operam seguirà il seguente approccio metodologico: si individua l'area di interesse con base di estensione pari ad 1 ettaro, dopodichè si procederà all'effettuazione delle attività di indagine di seguito descritte sulla porzione di suolo indisturbato più prossima all'area interferita ovvero da interferire. questo approccio consentirà di garantire, per ciascuna area di interesse, la ricostituzione del suolo in considerazione della tessitura generale..

Il primo step consentirà la caratterizzazione dello stato attuale delle componenti ambientali esaminate, definendo dunque lo stato "zero" di riferimento e quindi i valori di fondo naturale specialmente per i metalli presenti nel suolo.

Tale fase dovrà attuarsi a ridosso dell'avvio dei lavori o comunque almeno nei sei mesi prima dell'apertura dei cantieri e prevedrà un unico rilievo, si andrà a determinare il quadro dello stato dei luoghi nella situazione indisturbata.

#### Monitoraggio corso d'opera

Nelle stazioni di misura si prevede la conduzione di accertamenti quadrimestrali.

Le indagini in corso d'opera dovranno protrarsi per tutta la durata effettiva delle lavorazioni relativa alle singole aree di indagine, e la loro interruzione potrà essere disposta solo al venir meno delle condizioni di disturbo o su indicazione del responsabile ambientale. Di concerto con ARPAT, saranno svolte le indagini ambientali solo nelle aree di cantiere attive, cioè dove sono in corso delle lavorazioni (non se sono usate solo per deposito). In tal senso non sono previsti controlli nel corso d'opera nei Cantieri Operativi e nel campo base, bensì solo sulle Aree Tecniche.

In tale fase si indagheranno le eventuali modificazioni dei suoli, individuandone quindi le cause, valutandone l'entità, la persistenza nel tempo e identificando le azioni correttive da porre in atto per il ripristino dello stato AO, in relazione alle cause generatrici. Tale fase durerà per tutta la durata dei lavori e andrà effettuata con cadenza quadrimestrale.

#### Monitoraggio post operam

La terza e ultima fase PO, che dovrà attuarsi appena prima della restituzione delle aree o comunque nei sei mesi successivi alla conclusione dei lavori e prevedrà un unico rilievo, dovrà verificare che con la dismissione dei cantieri e il ripristino ex ante delle aree da essi occupate, le attività di ripristino svolte siano state efficaci restituendo i suoli nella medesima condizione o anche migliore dello stato indisturbato precedente all'avvio dei lavori.

Si ritiene opportuno attribuire un carattere di flessibilità al Piano, al fine di garantire una maggiore capacità di individuare eventuali impatti legati ad eventi non necessariamente riscontrabili con la frequenza di analisi stabilita. Per tale motivo, si prevede la possibilità di integrare gli accertamenti previsti con ulteriori da effettuarsi in corrispondenza di attività/lavorazioni presumibilmente causa di pregiudizio per la componente in questione.

Di seguito si riporta la tabella con il numero complessivo di campagne di monitoraggio da attuare nelle diverse fasi del monitoraggio ambientale.

FASE	ANTE OPERAM	CORSO D'OPERA	POST OPERAM
------	-------------	---------------	-------------

DURATA		6 mesi precedenti l'avvio dei lavori	TUTTA LA DURATA DELLE LAVORAZIONI quadrimestrale	6 mesi successivi la conclusione dei lavori
Suolo 1	Area cantiere viadotto "Tre Vescovi"	1	9	1
Suolo 2	Area soprastante imbocco lato Ancona GN Picchiarella	1	10	1
Suolo 3	Area soprastante imbocco lato Perugia GN Casa Castalda	1	10	1
Suolo 4	Prateria lato nord ovest imbocco lato ancona GN Casa Castalda	1	8	1
Suolo 5	Prateria lato nord ovest circa 400 m nord est da imbocco lato Ancona GN casa Castalda	1	8	1
Suolo 6	Zona sommitale finestra GN "Picchiarella"	1	14	1
Campo Base	Area cantiere campo Base	1	14	1
<b>TOTALE n° misure</b>		<b>7</b>	<b>73</b>	<b>7</b>

Di seguito la tabella con la totalità degli accertamenti ambientali da svolgere nel corso delle campagne di monitoraggio ambientale.

Cantieri/Aree di ripristino	Ante Operam 1 campionamento				Corso d'opera 1 campionamento/quadrimestre		Post Operam 1 campionamento		
	Profilo	Campioni pedologia (*)	Trivellate	Campioni ambientali (2 per profilo+ 2 per trivellata)	Profilo + trivellate	Campioni ambientali (2 per profilo+ 2 per trivellata)	Profilo + trivellate	Campioni pedologia (*)	Campioni Ambientali (2 per profilo+ 2 per trivellata)
Suolo 1	1	5	/	2	1	18	1	5	2
Suolo 2	1	5	/	2	1	20	1	5	2
Suolo 3	1	5	/	2	1	20	1	5	2
Suolo 4	1	5	/	2	1	16	1	5	2
Suolo 5	1	5	/	2	1	16	1	5	2
Suolo 6	1	5	1	4	2	56	2	5	4
Campo Base	1	5	1	4	2	56	2	5	4
TOTALE	7	35	2	18	9	212	41	35	18

Si ritiene opportuno attribuire un carattere di flessibilità al Piano, al fine di garantire una maggiore capacità di individuare eventuali impatti legati ad eventi non necessariamente riscontrabili con la frequenza di analisi stabilita. Per tale motivo, si prevede la possibilità di integrare gli accertamenti previsti con ulteriori da effettuarsi in corrispondenza di attività/lavorazioni presumibilmente causa di pregiudizio per la componente in questione.

#### 8.12 Documentazione da produrre

Nel corso del monitoraggio dovranno essere rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura.
- Relazione di fase AO.
- Relazione di fase CO e bollettini annuali.
- Relazione di fase PO.

#### Scheda di misura

E' prevista la compilazione della scheda di misura con gli esiti delle indagini stratigrafiche e delle analisi di laboratorio.

#### Relazione di Ante Operam

Al fine di illustrare i risultati delle attività preliminari di acquisizione dati, dei sopralluoghi effettuati, delle campagne di misura compiute e delle elaborazioni sui dati, sarà redatta una relazione di fase di AO che dovrà costituire il parametro di confronto per le relazione successive.

#### Relazione di Corso d'opera

Nella fase di CO, dedicata al monitoraggio della fase di realizzazione dell'infrastruttura, dovranno essere riportati i risultati delle misurazioni.

#### Relazione di Post Operam

Nella fase di PO, dedicata al monitoraggio della fase di esercizio dell'infrastruttura, dovranno essere riportati i risultati delle misurazioni.

## 9 COMPONENTE SOTTOSUOLO

### 9.1 Finalità del lavoro

Le operazioni di monitoraggio della componente sottosuolo consentono generalmente di valutare principalmente le situazioni potenziali di alterazione geomorfologica del territorio, accertando lo stato di equilibrio delle instabilità di versante, e verificando le dinamiche evolutive degli alvei e delle sponde fluviali, come derivanti o condizionanti le attività di cantierizzazione e lo stato di rischio della realizzanda infrastruttura.

La nuova opera si colloca entro una fascia di territorio collinare che presenta alcune significative problematiche di instabilità di versante riconosciute principalmente nel tratto che interessa le pendici dell'abitato di Casacastalda. I fenomeni considerati, vista la loro complessità, richiedono un approccio specifico per ciascuna criticità rilevata, con sistemi e modalità d'indagine definiti ad hoc. E' infatti evidente che ciascuna campagna di monitoraggio, richiederà la selezione dei parametri più rappresentativi a tenere conto delle peculiarità della realtà osservata. In linea generale si predispongono monitoraggi per la valutazione della stabilità dei pendii in terra, ove si rilevi la presenza di coperture pedologiche o flishoidi da mediamente o scarsamente consistenti, mentre in presenza di rilievi e versanti in roccia, si condurranno analisi geostrutturali degli ammassi finalizzate alla valutazione dello stato di equilibrio dei blocchi in relazione alle caratteristiche geomeccaniche dei giunti.

### 9.2 Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente

L'area interessata dal tracciato in progetto è inquadrabile in un ambito collinare con tracciato tendenzialmente parallelo inizialmente al Fiume Chiascio e successivamente al corso del Rio Risacco, affluente in riva sinistra del F. Chiascio stesso, che rappresenta l'elemento idrografico principale dell'area. Il tracciato corre ad una quota variabile da circa 300 a circa 400 m s.l.m., con direzione SO-NE. Gli odierni processi morfogenetici risultano pilotati da un forte controllo

strutturale sia passivo (litotipo affiorante) che attivo (sistemi di discontinuità e grado di fratturazione del bedrock). La natura del substrato roccioso e dei sedimenti di copertura è, infatti, elemento distintivo e determinante per i tipi di processi morfogenetici dominanti nell'area d'interesse.

L'intero substrato roccioso è pervaso da sistemi di faglie coniugate che ne aumentano il grado di fratturazione favorendo i processi di alterazione superficiale. La formazione Marnoso-Arenacea è a tratti ricoperta da coltri di materiale eluvio - colluviale disposte nelle depressioni topografiche, per la maggior parte nella porzione mediana e basale dei versanti e più abbondanti nei membri a maggiore composizione pelitica. Il substrato roccioso è costituito dalla formazione della Marnoso-Arenacea riconosciuta come appartenente al Membro di Galeata (FMA4), costituito da una successione pelitico arenacea con rapporto A/P variabile da 1/5 a 1/10. La percentuale e la disposizione giacitura le dei sedimenti marnosi e siltosi condizionano generalmente la maggiore propensione al dissesto gravitativo.

La maggior parte dei fenomeni franosi è concentrata nelle aree con sviluppate coltri pluvio-colluviali anche se è riscontrato che alcuni dissesti hanno interessato anche il basamento roccioso. **I dissesti riconosciuti sono stati classificati, con grado di attività da attivo a quiescente ad inattivo;** per la loro distribuzione e classificazione si vedano le carte geomorfologiche allegate al progetto.

Per quanto riguarda i meccanismi cinematici di innesco e messa in posto si tratta di fenomeni di scorrimento prevalentemente roto-traslazionale o con meccanismo complesso. Le aree in dissesto si trovano frequentemente in corrispondenza di sistemi di faglie o joints che tendono a diminuire le caratteristiche di qualità dell'ammasso roccioso. Ciò è stato evidenziato da osservazioni di campagna e a volte provato da brusche variazioni giacaturali in prossimità di tali aree. Dal punto di vista generale, per quanto riguarda la pendenza naturale dei versanti, questa è regolata dalle unità litologiche presenti e dal loro assetto stratigrafico; laddove prevalgono le litofacies arenacee ed in

modo accentuato dove l'assetto degli strati è a reggipoggio, le pendenze raggiungono i valori più elevati. La presenza di unità pelitiche o di litofacies continentali da luogo a versanti più blandi con pendenze notevolmente inferiori.

L'area è stata già oggetto, durante le lavorazioni legate al precedente appalto, di operazioni di scavo e riporto, con realizzazione di scarpate provvisorie di scavo, in corrispondenza delle zone in trincea, con pendenze massime pari a circa l'85% e altezze superiori a 20 m.

Particolare attenzione dovrà essere posta in fase di cantiere alla regimazione idraulica delle aree che sono già state oggetto di intervento antropico. Esempio tipico è l'area di deposito e rimodellamento morfologico nella zona del Viadotto Ca' Baldaccio esaurita nel precedente appalto, che necessita attualmente di opere di sistemazione ambientale che limitino i fenomeni di erosione da parte delle acque di scorrimento superficiale.

Per quanto riguarda il reticolo idrografico, la quasi totalità dei fossi che scendono lungo i versanti in oggetto, si presentano con un basso grado di gerarchizzazione, la densità di drenaggio è medio alta e i pattern idrografici sono di tipo angolato, indice di un forte controllo strutturale sull'orientamento degli stessi.

La maggior parte dei fossi inoltre esercitano una forte incisione lineare, in particolare nella parte mediana e distale del loro profilo con scarpate fluviali di diversa altezza. L'elemento idrografico più rilevante rimane comunque il F.Chiasco, collettore principale dell'area d'interesse, costantemente in sedimentazione e che divaga tra le alluvioni terrazzate ed attuali. Per il dettaglio sulle condizioni morfologiche dell'area si rimanda alla lettura degli elaborati geomorfologici generali e di dettaglio ed alla descrizione eseguita nel capitolo dedicato alla definizione del modello geologico tecnico lungo il tracciato.

Nei successivi paragrafi saranno descritti i dissesti gravitativi individuati, attivi o quiescenti, interferenti con il tracciato in aree in cui non sono ancora state realizzate le opere d'arte.

### Dissesto gravitativo n.1

Il tracciato in progetto, attraversa dalla prog. 15+805 a 15+895, in rilevato, un'area in cui è stato individuato un corpo di frana di limitate dimensioni, che interessa una vallecola con direzione SE-NO per un'estensione complessiva di circa 2 ha. Il dissesto è stato definito attraverso analisi delle foto aeree con approccio multiscalare e multitemporale, rilevamento di campagna ed interpretazione delle indagini eseguite in loco; il rilevamento ha permesso di riconoscere in campagna elementi geomorfologici caratterizzanti (scarpate secondarie di frana) che confortano l'interpretazione effettuata. Si allega un'immagine satellitare dell'area in questione. Il corpo di frana, nel suo complesso, ha una forma allungata, con l'asse longitudinale orientato in direzione NNO-SSE apice che lambisce la quota 422 m s.l.m. e piede che raggiunge la quota di circa 350 m s.l.m. . Le dimensioni del corpo sono:

- asse longitudinale di 240 m circa;
- asse trasversale di circa 90 m nella zona di massima espansione, in prossimità della



Le indagini geologiche e geotecniche dirette ed indirette eseguite hanno

permesso di individuare con maggiore precisione, le caratteristiche granulometriche e composizionali dei corpi coinvolti, mentre, come detto precedentemente, l'analisi e l'interpretazione delle foto aeree, dei rilievi topografici ed il rilevamento geomorfologico di dettaglio hanno permesso di ipotizzare lo sviluppo areale del corpo in oggetto. Sono stati stimati spessori medi pari a circa 7-9 m (vedi sezione geologica longitudinale e sezioni trasversali).

Il corpo di frana è costituito da depositi prevalentemente fini limo argillosi con pezzame marnoso ed arenaceo in percentuale e dimensione variabile, in assetto caotico. Si ritiene che il meccanismo cinematico abbia coinvolto sia la coltre eluvio colluviale superficiale, sia la frazione a maggior grado di alterazione del basamento marnoso arenaceo. E' plausibile ipotizzare un meccanismo cinematico prevalentemente rototraslazionale con superficie di scorrimento con inclinazione media di circa 15-18°.

All'interno del dissesto sono stati ipotizzati, attraverso considerazioni morfologiche, differenti corpi (vedi carta geologica) e nicchie secondarie. Non avendo indicazioni di carattere diretto che indichino movimento dei corpi nell'ambito dell'ultimo ciclo stagionale, il dissesto è stato definito come quiescente.

E' necessario tuttavia osservare che le attuali condizioni dinamiche potrebbero mutare in funzione del regime meteorologico, climatico e a causa dei processi di evoluzione morfologica del versante e climatici dell'area. Per quanto riguarda la rappresentazione grafica del corpo di frana descritto si rimanda alla carta geomorfologica di dettaglio ed alle sezioni geologiche redatte.

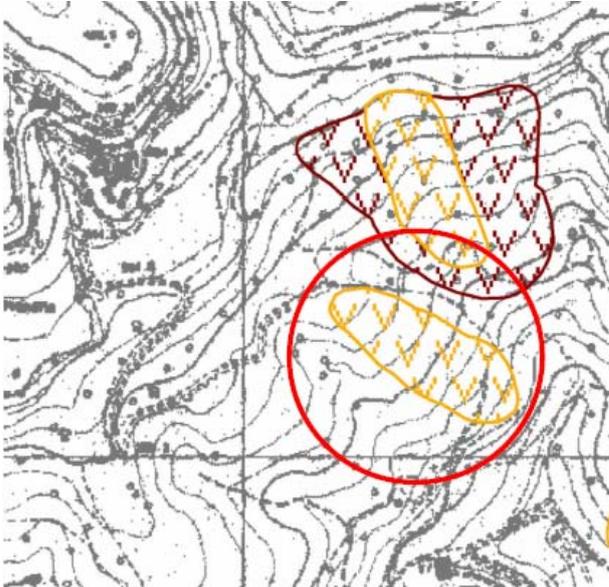
Per quanto riguarda le informazioni di carattere idrogeologico si sono considerati i dati relativi ad un piezometro (S24) della campagna ANAS del 1994 e le misure del livello statico in foro di sondaggio delle perforazioni S6/01, S7/01, S8/01 e S9/01; tale ricostruzione ha evidenziato un livello statico posto ad una profondità media in corrispondenza del corpo del rilevato pari a circa 6 m da

p.c.. Considerando i dati in possesso non si è attualmente in grado di definire se la superficie piezometrica ricostruita rappresenta lo stato di morbida, che generalmente risulta più gravoso per quanto riguarda la stabilità dei versanti.

### Dissesto gravitativo n.2

Il tracciato in progetto, attraversa, dalla prog. 15+965 a 16+060, in rilevato, un'area in cui è stato riconosciuto un corpo di frana di limitate dimensioni che interessa una vallecchia con direzione SE-NO, per un'estensione complessiva di circa 2,5 ha. Il dissesto è stato individuato e caratterizzato attraverso analisi delle foto aeree con approccio multiscalare e multitemporale, rilevamento di campagna ed interpretazione delle indagini eseguite in loco; il rilevamento ha permesso di riconoscere in campagna elementi geomorfologici caratterizzanti (scarpate secondarie di frana) che confortano l'interpretazione effettuata.

Il corpo di frana in questione è stato segnalato nel "Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico - Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere e classificato con grado di attività quiescente e cinematismo di tipo rotazionale traslazionale, di cui si allega di seguito uno stralcio con indicato l'elemento di interesse e un'immagine satellitare dell'area in questione.



Il corpo di frana individuato, nel suo complesso, ha una forma allungata con l'asse longitudinale orientato in direzione NNO-SSE apice superiore alla quota 425 m s.l.m. e piede che raggiunge quota di circa 355 m s.l.m. .

Le dimensioni del corpo sono:

- asse longitudinale di 270 m circa;

- asse trasversale di circa 90 m nella zona di massima espansione, in prossimità della zona di attraversamento del tracciato stradale.

Le indagini geologiche e geotecniche dirette ed indirette eseguite hanno permesso di individuare con maggiore precisione le caratteristiche granulometriche e composizionali dei corpi coinvolti, mentre, come detto precedentemente, l'analisi e l'interpretazione delle foto aeree, dei rilievi topografici ed il rilevamento geomorfologico di dettaglio hanno permesso di ipotizzare lo sviluppo areale del corpo in oggetto. Sono stati stimati spessori medi pari a circa 11-13 m (vedi sezione geologica longitudinale e sezioni trasversali).

Il corpo di frana è costituito da depositi prevalentemente fini limo argillosi con pezzame marnoso ed arenaceo in percentuale e dimensione variabile, in assetto caotico. Si ritiene che il meccanismo cinematico abbia coinvolto sia la coltre eluvio colluviale superficiale, sia la frazione a maggior grado di alterazione del basamento marnoso arenaceo.

All'interno del dissesto sono stati ipotizzati, attraverso considerazioni morfologiche, differenti corpi (vedi carta geologica) e nicchie secondarie. Non avendo indicazioni di carattere diretto che indichino movimento dei corpi nell'ambito dell'ultimo ciclo stagionale, il dissesto è stato definito come quiescente.

E' plausibile ipotizzare un meccanismo cinematico prevalentemente rototraslazionale con superficie di scorrimento variamente inclinata, da pochi gradi nella parte inferiore del corpo, a circa 15-20° nella porzione medianosuperiore. E' necessario tuttavia osservare che le attuali condizioni dinamiche potrebbero mutare in funzione del regime meteorologico, climatico e a causa dei processi di evoluzione morfologica del versante.

Per quanto riguarda la rappresentazione grafica del corpo di frana descritto si rimanda alla carta geomorfologica di dettaglio ed alle sezioni geologiche redatte.

Per quanto riguarda le informazioni di carattere idrogeologico si sono

considerati i dati relativi ad un piezometro (S24) della campagna ANAS del 1994 e le misure del livello statico in foro di sondaggio delle perforazioni S6/01, S7/01, S8/01 e S9/01; tale ricostruzione ha evidenziato un livello statico molto superficiale posto ad una profondità media in corrispondenza del corpo del rilevato da 1,5 a 2,5 m da p.c.. Considerando i dati in possesso non si è attualmente in grado di definire se la superficie piezometrica ricostruita rappresenta lo stato di morbida, che generalmente risulta più gravoso per quanto riguarda la stabilità dei versanti.

E' importante evidenziare che è stata rilevata la presenza di una venuta d'acqua ad una quota compresa tra 355 e 360 m s.l.m. in corrispondenza della zona di piede del dissesto riconosciuto.

#### Dissesto gravitativo n.4 (Imbocco O Galleria Picchiarella)

Il tracciato in progetto, in corrispondenza dell'imbocco occidentale della galleria Picchiarella, intercetta un'area in cui si è sviluppata una frana di limitate dimensioni, durante il precedente appalto, proprio in corrispondenza dell'esecuzione delle opere in scavo per la realizzazione del suddetto imbocco. L'estensione complessiva del dissesto era pari a circa di circa 0,5 ha.

A seguito dell'avvenuto dissesto fu eseguito un rilievo topografico speditivo per definirne le dimensioni, fu realizzato da ANAS Compartimento dell'Umbria un sondaggio di caratterizzazione litologica e successivamente vennero tombati gli scavi sino a quel momento realizzati, per arrestare l'inevitabile evoluzione cinematica.

Il dissesto è quindi caratterizzato attraverso il rilievo topografico, il rilevamento di campagna e l'interpretazione delle indagini eseguite in loco.

Il corpo di frana individuato nel suo complesso ha una forma ellissoidale con gli assi di lunghezza comparabile e direzione di movimento verso NO.

Le dimensioni del corpo sono:

- asse longitudinale di 80 m circa;

- asse trasversale di circa 65 m nella zona di massima espansione.

Sono stati stimati spessori massimi pari a circa 7-9 m (vedi sezione geologica longitudinale e sezioni trasversali).

Il corpo di frana è costituito da depositi prevalentemente fini in assetto caotico. Si ritiene che il meccanismo cinematico abbia coinvolto la coltre eluvio colluviale superficiale, utilizzando come superficie di scollamento il contatto tra la suddetta coltre ed il basamento litoide sottostante

Attualmente il dissesto è stato definito come quiescente anche se le operazioni di tombamento dei fronti di scavo dell'imbocco dovrebbero aver bloccato l'evoluzione de cinematico, ipotizzato con meccanismo prevalentemente rotazionale E' necessario tuttavia osservare che le attuali condizioni cinematiche muterebbero in funzione del regime meteorologico, climatico e a causa dei processi di evoluzione morfologica del versante quali realizzazione di nuovi scavi in assenza di adeguate opere di contenimento del versante.

Per quanto riguarda la rappresentazione grafica del corpo di frana descritto si rimanda alla carta geomorfologica di dettaglio ed alle sezioni geologiche redatte.

Per quanto riguarda le informazioni di carattere idrogeologico si è a disposizione di un solo dato relativo alla misura di un livello statico in foro di sondaggio durante la realizzazione del sondaggio SGG-S2, che ha indicato una quota piezometrica puntuale pari a circa 408 m s.l.m..

Data l'assenza di un congruo numero di punti d'acqua misurati nell'area, non è stato possibile definire un modello idrogeologico tridimensionale del sito in questione.

#### Monitoraggio del versante sottostante l'abitato di Casacastalda

L'ANAS S.p.A. – Compartimento della Viabilità per l'Umbria con sede in Perugia ha condotto, nel periodo Luglio 2004 – Febbraio 2005, una campagna d'indagini atta alla creazione di una rete di monitoraggio geotecnico del versante sottostante l'abitato di Casacastalda, nell'ambito dei lavori di costruzione della

S.S. 318 di Valfabbrica, tratto in variante da S.S. n° 3 bis, in loc. Lidarno, a Schifanoia, V° Lotto, II° Stralcio. In particolare, tali indagini hanno riguardato l'area interessata dalla realizzazione della Galleria Casacastalda ed il versante presente a monte.

In data 11 Gennaio 2005, è stato iniziato il monitoraggio di due tubi inclinometrici (S5a e S7a) e di 4 tubi piezometrici (S1b, S4b, S5b, S6b); dal 24 Febbraio 2005 il monitoraggio è stato integrato attraverso la lettura anche dei tubi inclinometrici denominati S8b e S9b, eseguiti successivamente. Il monitoraggio è stato effettuato con cadenza di letture di circa 10 gg sino al 10 Febbraio 2005 e successivamente è proseguito con intervalli di misure di circa 15 gg sino al 3 Giugno 2005. Con l'inizio della stagione estiva, si è iniziato a monitorare gli strumenti con cadenza mensile. Dalla lettura del 21 ottobre 2005, la cadenza è ritornata ad essere quindicinale. La rete di misura, costituita da n. 4 tubi inclinometrici e n. 4 piezometri, ha le seguenti caratteristiche:

INCLINOMETRO	PROFONDITA' STRUMENTO	NUMERO LETTURE
sigla	m	n.
S5a	38.6	39
S7a	28.7	28
S8b	30.0	30
S9b	30.0	30

TUBO PIEZOMETRICO	TIPOLOGIA STRUMENTO	PROFONDITA' STRUMENTO
S1b	<i>C. Casagrande</i>	17.7
S4b	<i>C. Casagrande</i>	19.0
S5b	<i>C. Casagrande</i>	17.5
S6b	<i>Tubo Aperto</i>	7.35

Di seguito si riporta la planimetria ubicazione della rete di monitoraggio dei



**Direzione Progettazione e  
Realizzazione Lavori**

S.S. 318 DI VALFABBRICA

Tratto Valfabbrica-Schifanoia - Interventi di completamento dal Km 16+224 al Km 19+354

Lotto 5: 1° stralcio parte B: raddoppio galleria Picchiarella e viadotto Tre Vescovi

2° stralcio: raddoppio galleria Casacastalda e viadotto Calvario

**PROGETTO ESECUTIVO**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

dissententi gravitativi che interessano le pendici S, S-O dell'abitato di Casacastalda.

MANDATARIA



MANDANTE



**GEOTECHNICAL  
DESIGN GROUP**

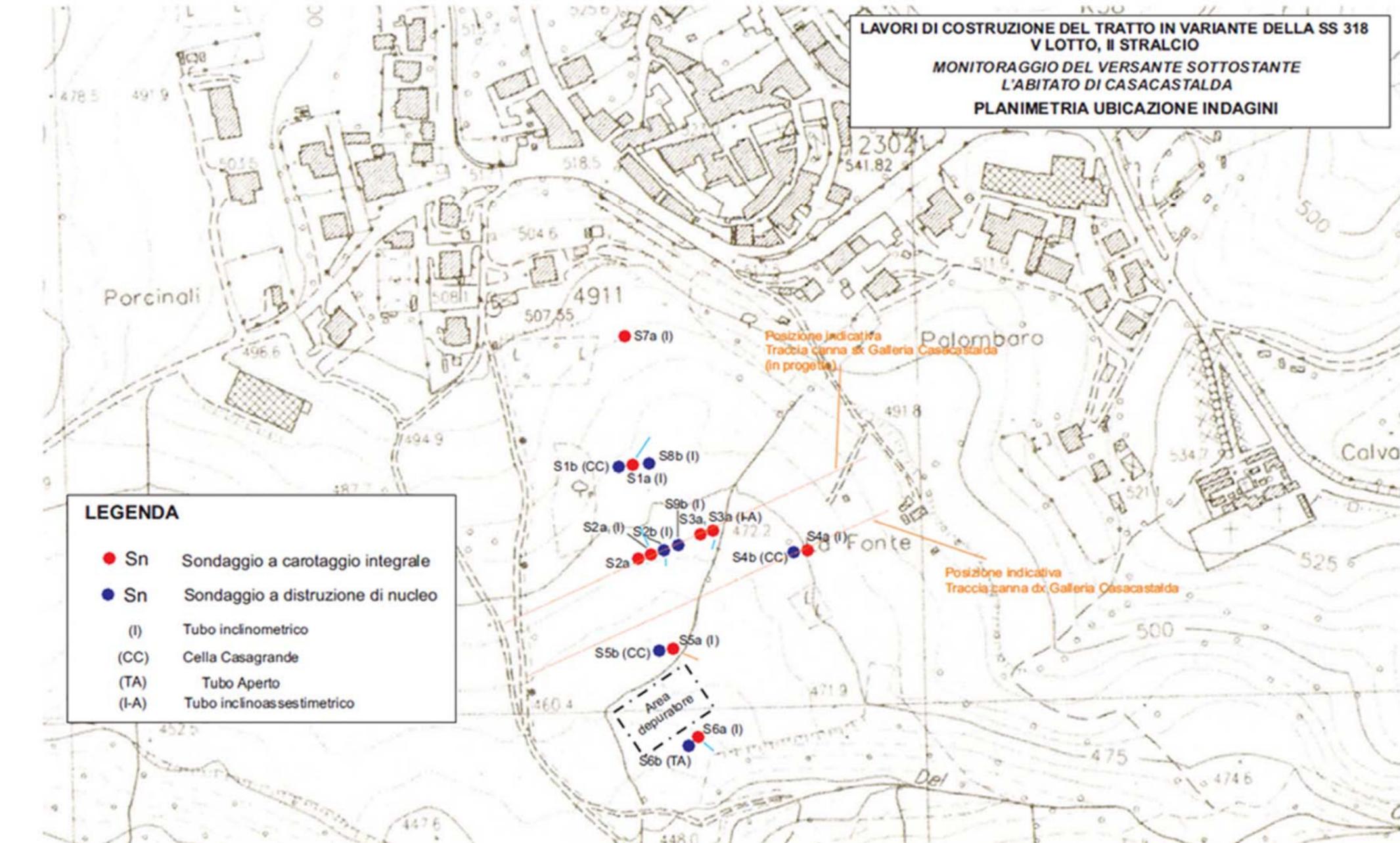


**ICARIA**  
società di ingegneria

222 di 277

**PROGETTO ESECUTIVO**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**



### Analisi e commento dei dati relativi al monitoraggio in oggetto

#### **Tubo inclinometrico S5a**

Il monitoraggio del tubo inclinometrico S5a ha inizio l'11 gennaio 2005 attraverso una sonda SISGEO Mod. S242 e le letture eseguite sino al 24 febbraio del 2005 evidenziano una deformazione del tubo inclinometrico ad una profondità di 15 m da p.c. in direzione SSO con un modulo che può essere stimato in circa 27 mm.

Dal 9 marzo 2005 al 14 aprile 2005, si continua ad osservare un incremento della deformata alla stessa profondità ma con velocità più bassa, tanto da raggiungere alla data del 14 aprile 2005 una deformazione globale di circa 30 mm.

Dalla lettura successiva, sino alla fine del ciclo di monitoraggio (4 novembre 2005), non si osservano ulteriori deformazioni. Il 5 agosto 2005 la lettura è stata eseguita utilizzando sia la centralina d'acquisizione mod. C900U, sia la centralina d'acquisizione mod. Archimede. Quest'ultima è stata poi usata sino alla fine del monitoraggio in oggetto.

#### **Tubo inclinometrico S7a**

Il monitoraggio del tubo inclinometrico S7a ha inizio l'11 gennaio 2005 attraverso una sonda SISGEO Mod. S242 e la prima lettura d'esercizio, del 21 gennaio 2005, non evidenzia deformazioni; quelle successive, invece, sino al 6 maggio 2005, evidenziano una deformazione del tubo inclinometrico ad una profondità di 4 m da p.c., con direzione SSE e un modulo totale che può essere stimato in circa 57 mm.

Dalla lettura successiva, sino al 5 agosto 2005, non si osservano ulteriori deformazioni. Dal 6 settembre 2005, sino alla fine del monitoraggio si rileva nuovamente un incremento della deformazione, con velocità estremamente più bassa, sino a raggiungere un modulo totale di circa 60 mm. Il 5 agosto 2005 la lettura è stata eseguita utilizzando sia la centralina d'acquisizione mod. C900U,

sia la centralina d'acquisizione mod. Archimede. Quest'ultima è stata poi usata sino alla fine del monitoraggio in oggetto. 3

#### **Tubo inclinometrico S8b**

Il monitoraggio del tubo inclinometrico S8b ha inizio il 24 febbraio 2005 attraverso una sonda SISGEO Mod. S242 e le letture eseguite sino al 6 maggio 2005 evidenziano una deformazione del tubo inclinometrico ad una profondità di 6 m da p.c. in direzione ESE con un modulo che può essere stimato in circa 12 mm. Dalla lettura successiva, sino alla fine del ciclo di monitoraggio (4 novembre 2005), non si osservano ulteriori deformazioni.

Il 5 agosto 2005 la lettura è stata eseguita utilizzando sia la centralina d'acquisizione mod. C900U, sia la centralina d'acquisizione mod. Archimede. Quest'ultima è stata poi usata sino alla fine del monitoraggio in oggetto.

#### **Tubo inclinometrico S9b**

Il monitoraggio del tubo inclinometrico S9b ha inizio il 24 febbraio 2005 attraverso una sonda SISGEO Mod. S242 e le letture eseguite sino al 3 giugno 2005 evidenziano una deformazione del tubo inclinometrico ad una profondità di 9 m da p.c., con direzione S e con un modulo totale che può essere stimato in circa 13 mm.

Dalla lettura successiva, sino al 5 agosto 2005, non si osservano ulteriori deformazioni. Dal 6 settembre 2005, fino alla fine del monitoraggio, si ha un nuovo incremento della deformazione sino a raggiungere un modulo totale pari a circa 19 mm.

Il 5 agosto 2005 la lettura è stata eseguita utilizzando sia la centralina d'acquisizione mod.

C900U, sia la centralina d'acquisizione mod. Archimede. Quest'ultima è stata poi usata sino alla fine del monitoraggio in oggetto.

#### **Tubo piezometrico S1b**

Il monitoraggio della cella Casagrande ha inizio l' 11 gennaio 2005 con la stessa cadenza di letture della strumentazione inclinometrica.

Le letture permettono di evidenziare la presenza di una falda direttamente legata ai cicli meteorici stagionali che risente, delle variazioni del regime delle piogge in modo non costante.

Dal gennaio 2005, sino al maggio 2005 si osserva un livello piezometrico prossimo a piano campagna, mentre, dalla lettura successiva, sino a quella del 21 ottobre 2005, il livello oscilla tra 1 e 2 m da p.c., tornando al disopra di 1 m da p.c. nell'ultima lettura eseguita. A fronte di variazioni anche importanti nel regime delle piogge non si osservano comunque oscillazioni di rilievo della quota piezometrica.

Nel febbraio 2005 si è rilevata l'occlusione del presente piezometro, ciò ha portato ad una mancanza di dati dal 10 febbraio 2005 a 9 marzo 2005. Dal ciclo successivo, operazioni in campagna hanno permesso di liberare il tubo S1b e ripristinare la corretta funzionalità dello strumento. Una nuova occlusione è stata riscontrata in data 5 agosto 2005, si è comunque continuato a monitorare lo strumento pur non essendo sicuri del corretto funzionamento dello stesso.

#### **Tubo piezometrico S4b**

Il monitoraggio della cella Casagrande ha inizio l' 11 gennaio 2005 con la stessa cadenza di letture della strumentazione inclinometrica. Le letture permettono di evidenziare la presenza di una falda direttamente legata ai cicli meteorici stagionali che risente delle variazioni del regime delle piogge in modo non costante. Il trend di variazione del livello piezometrico misurato è simile a quello osservato in S1b anche se di entità minore; si osserva, infatti, un valore sempre molto prossimo al piano di campagna che non scende mai al disotto di 0.6 m da p.c.

Anche in questo caso quindi, a fronte di variazioni anche importanti nel regime delle piogge, non si osservano comunque oscillazioni di rilievo della quota piezometrica. Nel febbraio 2005 si è rilevata l'occlusione del presente

piezometro ciò ha portato ad una mancanza di dati dal 10 febbraio 2005 a 9 marzo 2005. Dal ciclo successivo, operazioni in campagna hanno permesso di liberare il tubo S1b e ripristinare la corretta funzionalità dello strumento. Una nuova occlusione è stata riscontrata in data 5 agosto 2005, si è comunque continuato a monitorare lo strumento pur non essendo sicuri del corretto funzionamento dello stesso.

### **Tubo piezometrico S5b**

Il monitoraggio della cella Casagrande ha inizio l' 11 gennaio 2005 con la stessa cadenza di letture della strumentazione inclinometrica. Le letture permettono di evidenziare la presenza di una falda direttamente legata ai cicli meteorici stagionali, che risente delle variazioni del regime delle piogge in modo non costante.

Dal gennaio 2005, sino al maggio 2005 si osserva un livello piezometrico prossimo a piano campagna (> 0.5 m da p.c.) mentre, dalla lettura successiva, sino all'agosto 2005 si ha un decremento del livello sino a circa 1,3 m da p.c. , successivamente si rileva un progressivo nuovo innalzamento fino a circa 0.8 m da p.c. .

Anche in questo caso, a fronte di variazioni anche importanti nel regime delle piogge non si osservano comunque oscillazioni di rilievo della quota piezometrica.

### **Tubo piezometrico S6b**

Il monitoraggio del tubo aperto ha inizio l' 11 gennaio 2005 con la stessa cadenza di letture della strumentazione inclinometrica.

Le letture evidenziano un livello di falda piuttosto costante, prossimo a circa 3.3 m da p.c., che non sembra risentire delle variazioni pluviometriche durante l'intero periodo di monitoraggio.

I dati derivanti dal monitoraggio geotecnico in oggetto hanno permesso di evidenziare la presenza di un dissesto interessante l'area monitorata.

Le informazioni acquisite indicano la presenza di superfici di scivolamento con profondità variabile da 4 a 15 m da p.c., con orientamento generale verso S ma che in realtà varia da strumento a strumento tra ESE e SSO.

La massima deformazione misurata è stata quella in corrispondenza della tubazione S7a, pari a circa 60 cm; nel periodo che va dall'11 gennaio 2005 al 4 novembre 2005, si è quindi riscontrata una velocità di deformazione media pari a circa 6 mm/mese.

Interessante osservare comunque che, in tutti gli strumenti, la maggior parte del movimento è avvenuto nel periodo che va dal gennaio al maggio 2005

Il movimento quindi non risulta costante nel tempo ma sembra essere profondamente legato alle variazioni del regime delle piogge, con momenti di stasi in corrispondenza dei periodi scarsamente piovosi ed accelerazioni successivamente ad intense piogge. I rapporti tra livello piezometrico e piogge sono osservabili nei grafici allegati.

### *9.3 Identificazione e aggiornamento dei riferimenti normativi*

Per lo svolgimento delle attività previste nel piano di monitoraggio della componente in esame, si farà riferimento alla normativa nazionale vigente, di seguito elencata:

D.M.LL.PP. 11/03/1988

“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”

Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, n. 30483

“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”

D. Lgs N. 152 del 3 aprile 2006

“Norme in materia ambientale”.

A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana (1977):

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

#### *9.4 Scelta degli indicatori ambientali*

Come rilevato nelle linee guida ministeriali, il sottosuolo è una componente ambientale aperta ad una caratterizzazione d'insieme che è figlia di una serie di contributi disciplinari specifici e complementari.

Tra questi si individuano l'inquinamento del sottosuolo, ma più in particolare la considerazione di *“processi morfoevolutivi e della meccanica dei terreni in ambiente continentale”*.

Scopo del monitoraggio è quello di definire, misurare e controllare gli effetti diretti ed indiretti indotti dall'opera su:

- processi morfoevolutivi di versante, fluviali, lacustri come, ad esempio, possibili attivazioni di frane, modifiche al regime di scorrimento delle acque superficiali, accelerazione dell'erosione sui versanti e in alveo, variazioni delle portate di emissari ed immissari di laghi, etc.;
- possibili alterazioni dei parametri geotecnici a seguito della realizzazione dell'Opera (ad es.: costipamenti, rigonfiamenti delle argille, alterazione della stabilità di cavità naturali);
- la subsidenza (es.: per l'estrazione di acqua e metano dal sottosuolo).

Nel presente caso, il corridoio di interesse attraversa un contesto in cui si evidenziano alcuni dissesti e frane in atto e quiescenti, testimonianza di un'evoluzione tettonica e morfologica in divenire.

Il rilevamento dei fenomeni gravitativi, come emersi dagli elaborati progettuali, individuano alcune criticità lungo il tracciato, direttamente o indirettamente

interferenti con le realizzande opere e con le attività connesse per la loro realizzazione.

Le principali manifestazioni gravitative lungo il corridoio di studio individuano dissesti su pendii in terra e fenomeni di erosione, che in virtù della loro estensione, e complessità richiedono il ricorso a specifiche campagne di monitoraggio, quali: posizionamento di tubi piezometrici ed inclinometrici per le dovute misurazioni e indagini osservazionali; Queste indagini si ritengono strumenti utili a comprendere la dinamica delle instabilità e a definire il rischio cui sono eventualmente esposti i ricettori e la comunità residente.

#### *9.5 Metodologie di monitoraggio*

##### **Realizzazione di piezometri per misure piezometriche**

L'installazione di un piezometro ha come scopo quello di potere controllare il livello della falda o delle falde di acqua presenti nel terreno e di seguirne nel tempo le variazioni. Al termine della perforazione di fori di sondaggio, possono essere poste in opera particolari strumentazioni geotecniche quali Piezometri:

- Idraulici a tubo aperto;
- Idraulici tipo Casagrande.

Mediante tale strumentazione sarà possibile controllare il livello della falda o delle falde di acqua presenti nel terreno e di seguirne nel tempo le variazioni.

##### **Piezometri idraulici a tubo aperto**

L'installazione di un piezometro ha come scopo quello di potere controllare il livello della falda o delle falde di acqua presenti nel terreno e di seguirne nel tempo le variazioni.

A seguire si tratteranno le modalità di installazione di piezometri a tubo microfessurato (open-stand-pipe) ovvero la posa di una batteria di tubi in PVC rigido. Tali tubi hanno uno spessore di 1÷2 mm e diametro di 40÷80 mm (2" - 4"). Vengono forniti in spezzoni ciechi o fessurati di lunghezza non superiore a 3m

con giunti filettati ben sigillanti. E' necessario rivestire con calza geotessile il tratto ove, in base alla precedente perforazione, si suppone abbia sede la falda d'acqua. Il tratto fessurato, di lunghezza variabile, sarà realizzato alla distanza di 1m dall'estremità inferiore del tubo piezometrico. La finestratura avrà apertura di 0.4÷1.0 mm. Nel fondo sarà applicato l'apposito tappo di chiusura. L'impiego di questi piezometri è generalmente limitato al campo dei terreni uniformi permeabili o molto permeabili ( $K > 10^{-5}$  m/sec).

#### La preparazione del foro

Dopo aver controllato la quota di fondo del foro con scandaglio si esegue il lavaggio della perforazione con acqua pulita immessa dal fondo. Il foro o il tratto di foro dove deve essere installato il tubo piezometrico deve essere perforato ad acqua oppure con fanghi a polimeri degradabili. Se il piezometro non deve essere posato a fondo del foro, prima dell'installazione, il foro deve essere riempito, (ritirando man mano i rivestimenti) fino alla quota 0.5÷1.5m più in basso di quella di installazione del piezometro, con miscela cemento-bentonite-acqua in proporzioni tali che la consistenza della miscela, a presa avvenuta, sia simile a quella del terreno nella zona del piezometro. Indicativamente una miscela costituita da 30÷50 parti in peso di cemento, 6÷10 di bentonite e 100 di acqua, può essere considerata adeguata nei terreni medi. Una volta avutasi la presa, il foro deve essere accuratamente lavato con acqua pulita (previo degrado nel caso di presenza di fango a polimeri), interponendo se necessario un sottile tappo di palline di bentonite e ghiaietto per stabilizzare il tetto della miscela plastica.

#### L'installazione del piezometro

L'installazione del piezometro, prevede le seguenti fasi operative:

1. prima di estrarre il rivestimento provvisorio si laverà l'interno del foro con abbondante acqua pulita;
2. posa di uno strato di spessore 0.5 m di sabbia grossa pulita ( $\Phi = 1 - 4$  mm);

3. discesa a quota del piezometro assemblato secondo la sequenza di tratti ciechi e fenestrati prevista dalla direzione dei lavori. Nel caso di piezometri collegati a mezzo di tubi rigidi o semirigidi (PVC), comunque in spezzoni aggiuntabili senza filettatura, le giunzioni devono essere sigillate con teflon, loctite, ecc. ed innastrate in modo da garantire la perfetta tenuta. Il tratto fenestrato dovrà essere protetto con geosintetico (tessuto non tessuto) e l'estremità inferiore del tubo sarà chiusa con apposito tappo di fondo. Le fessure avranno apertura  $\leq 1$  mm e la calza di geotessile avrà luce non superiore a 0.5 mm;
4. posa di sabbia grossa ( $\Phi=1\div 4$  mm) pulita o materiale granulare pulito ( $\Phi=2\div 4$  mm) attorno al tubo fino a risalire di 1 m dall'estremità superiore del tratto fenestrato, ritirando man mano la colonna di rivestimento, senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che il piezometro non risalga assieme ai rivestimenti;
5. posa del tappo impermeabile superiore, costituito da palline di bentonite preconfezionate ( $\Phi= 1\div 2$  cm) in strati di 20 cm alternate a straterelli di ghiaietto di  $2\div 3$  cm, per lo spessore complessivo di 1 m, ritirando man mano i rivestimenti (senza l'ausilio della rotazione) e costipando sui livelli di ghiaietto;
6. riempimento del foro al di sopra del tappo impermeabile superiore fino alla sommità mediante miscela plastica identica a quella già menzionata, colata attraverso una batteria di tubi sottili ( $3/8''\div 1/2''$ ) discesi al fondo del foro o utilizzando apposito tubicino (Rilsan) preassemblato esternamente al tubo in PVC. In alternativa si potrà colmare il tratto superiore dell'intercapedine con materiale limo-argilloso o sabbioso. L'estremità superiore dei tubi sarà protetta con apposito tappo;
7. sistemazione e protezione del piezometro con la creazione di pozzetto in lamiera verniciata, ben cementato nel terreno, munito di coperchio con lucchetto e chiavi che verranno consegnate al direttore dei lavori; nel caso

di installazione in luoghi aperti al traffico veicolare o pedonale (strade, piazzali, marciapiedi), e solo su specifica richiesta della direzione dei lavori, in luogo del chiusino standard dovrà essere installato idoneo chiusino carrabile in ghisa, posto in opera a filo della pavimentazione esistente;

8. spurgo, collaudo del piezometro ed esecuzione della prima lettura significativa, da considerarsi tale dopo aver eseguito almeno tre letture, la prima delle quali deve avvenire a non meno di due ore dalla realizzazione del piezometro e le successive a distanza di 24 ore l'una dall'altra; a questa fase dovrà presenziare la direzione dei lavori che successivamente prenderà in consegna il piezometro. Per la lettura del livello dell'acqua si utilizzeranno sondine freaticometriche (scandagli elettrici).

### La documentazione

La documentazione relativa alla posa in opera di un tubo piezometrico deve comprendere:

- stratigrafia del foro di sondaggio;
- schema, tipo e posizione del piezometro installato;
- quote del tratto cieco e di quello finestrato;
- quota assoluta del bordo superiore del pozzetto di protezione;
- tabella con valori delle letture eseguite fino alla consegna.

### **Piezometri idraulici tipo Casagrande**

E' uno strumento posto in opera in fori di sondaggio, finalizzato alla misura della pressione neutra dell'acqua in particolari intervalli di profondità. Presenta tempi di risposta relativamente brevi dato il piccolo volume di acqua contenuto nello strumento. Isolando il tratto di misura questo tipo di piezometro è indicato anche in corrispondenza di falde sospese minori; il suo impiego è

limitato ai terreni con permeabilità medio-bassa ( $K > 10^{-5}$  cm/sec). Nei normali fori di sondaggio è possibile installare 1 o 2 celle piezometriche. Per una corretta installazione è comunque necessario che il foro stesso sia realizzato con l'ausilio di tubi di rivestimento.

#### La strumentazione

La verticale strumentale completa deve essere costituita dai seguenti elementi:

- cella o celle di Casagrande;
- tubi di misura e di spurgo e manicotti.

#### La cella piezometrica o Casagrande

La cella piezometrica deve essere composta da un filtro a candela e da un telaio. Il filtro, avente un diametro esterno di circa 55mm e lunghezza compresa tra 100 e 500mm, deve essere costituito da agglomerato di silice, o materiale equivalente, con porosità compresa tra 0,2 e 0,6 mm; il telaio deve avere ad una estremità due raccordi da 1/2". Tutti i materiali che costituiscono la cella piezometrica devono essere tali da evitare l'aggressione da parte della ruggine.

#### I tubi di misura e di spurgo

Ogni cella piezometrica deve essere munita di un tubo di misura e di un tubo di spurgo in PVC aventi le seguenti caratteristiche:

- diametro nominale 1/2";
- lunghezza degli spezzoni pari a 3m uniti tramite appositi manicotti
- filetti: gas normale.

Le celle predisposte per la misura automatica della colonna d'acqua avranno uno dei due tubicini di diametro maggiorato (1.5" gas) per permettere l'inserimento all'interno della tubazione di un trasduttore di pressione elettrico. L'innesto tra la cella e la tubazione da 1.5" dovrà essere realizzato mediante apposito raccordo Idraulico.

### L'installazione

L'installazione del piezometro, prevede le seguenti fasi operative:

1. controllo della quota di fondo del foro con idoneo scandaglio;
2. se richiesto, riempimento del foro con malta di cemento-bentonite-acqua (50-10-100 parti in peso), fino alla quota di 1.5 m. al di sotto di quella prevista per l'installazione del piezometro, con ritiro progressivo del rivestimento;
3. posa di un tappo impermeabile costituito da palline di bentonite ( $\varnothing=1-2$  cm.) precedentemente confezionate, costipate con pestello, per lo spessore di 1 m., con ritiro ulteriore del rivestimento;
4. abbondante lavaggio del foro con acqua pulita immessa dal fondo;
5. controllo della profondità del foro;
6. posa di uno strato (spessore 0.5m.) di materiale granulare pulito uniforme e saturo ( $\varnothing = 1-4$ mm.), ritirando i rivestimenti; tale operazione deve avvenire con il foro pieno d'acqua;
7. controllo della profondità del foro;
8. discesa a quota del piezometro preventivamente saturato (mantenuto fino a quel momento in acqua pulita) collegando i tubi di andata e ritorno, assicurandosi della perfetta tenuta dei giunti mediante sigillanti idraulici;
9. posa di sabbia pulita attorno e sopra il piezometro (0.5 m.) con ritiro della colonna di rivestimento senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che il piezometro non risalga assieme ai rivestimenti e che in colonna sia sempre presente sabbia;
10. posa di un tappo impermeabile di palline bentonitiche di circa 15 cm, costipate con pestello ad aste, con progressivo ritiro del rivestimento;
11. posa di uno strato di 15cm di ghiaia compattata con pestello;

12. realizzazione di un ulteriore strato di 15cm con palle di bentonite compattate tramite pestello;
13. innalzamento graduale della colonna di rivestimento mentre si compiono le operazioni di sigillatura;
14. cementazione del tratto di foro rimanente, come nel caso del primo riempimento, fino alla sommità (se non prevista l'installazione della seconda cella piezometrica), ritirando gradualmente la colonna di rivestimento;
15. spurgo della cella con acqua pulita per almeno 20 minuti;
16. protezione delle estremità dei tubi con tappi avvitati;
17. posa di un pozzetto metallico con chiusura a lucchetto e chiave per la protezione dei terminali piezometrici. A protezione ulteriore del tubo metallico può essere posato un pozzetto in calcestruzzo di profondità sufficiente per evitare lo scalzamento ad opera delle acque superficiali e/o la manomissione da parte di maleintenzionati. Qualora si preveda di installare all'interno della stessa perforazione due celle Casagrande a differenti profondità, deve essere eseguito un adeguato tappo impermeabile che consenta un completo isolamento fra le due celle piezometriche. Tale isolamento può essere realizzato con strati alternati di palline di bentonite e ghiaietto dello spessore di circa 10cm per una lunghezza totale di almeno 3m.

L'esecuzione della prima lettura significativa sarà da considerarsi tale dopo aver eseguito almeno tre letture, la prima delle quali deve avvenire a non meno di due ore dalla realizzazione del piezometro e le successive a distanza di 24 ore l'una dall'altra, fino a completa stabilizzazione del livello dell'acqua nel foro. La misura del livello dovrà essere eseguita in entrambi i tubi del piezometro, controllando così che il circuito e il filtro siano liberi da bolle d'aria o impurità che possano impedire il libero flusso dell'acqua. In caso di rilevamento di un livello dell'acqua non uguale nei due tubi, dovrà essere eseguito il lavaggio dei

tubi. A questa fase di controllo dovrà presenziare la direzione dei lavori che successivamente prenderà in consegna il piezometro.

#### La documentazione

La documentazione da produrre comprenderà, per ciascuna cella (o coppia) installata:

- informazioni generali;
- schema geometrico di installazione;
- quota assoluta dei terminali piezometrici;
- tabelle e grafici con letture piezometriche eseguite.

#### Metodi di lettura in piezometri aperti

Esistono vari metodi di lettura del livello dell'acqua nei piezometri a tubo fisso. Il più comune è la sonda galvanometrica (detta anche freatimetro) calata nel tubo fisso. Consiste in due conduttori collegati ad un'estremità agli elettrodi di una batteria, ed all'altra ciascuno con un cilindro di acciaio inox diviso in due parti da un isolante di plastica. Quando il cilindro tocca l'acqua il circuito si chiude attivando un avvisatore acustico o visivo. Misurando la lunghezza del cavo calato nel tubo si trova la quota dell'acqua. Nel piezometro a tubo fisso si possono inserire trasduttori di pressione: pneumatici, a corda vibrante o a resistenza elettrica, appesi al di sotto del più basso livello piezometrico possibile. I trasduttori possono essere lasciati in sito e recuperati in occasione delle tarature periodiche, ciò consente di effettuare letture anche da postazioni lontane.

#### Realizzazione di inclinometri per misure inclinometriche

Gli inclinometri sono strumenti per il monitoraggio delle deformazioni ortogonali all'asse di un tubo per mezzo di una sonda che scorre nel tubo stesso. La sonda contiene un trasduttore che misura l'inclinazione del tubo rispetto alla verticale. I tubi inclinometrici possono essere installati sia in sondaggio che all'interno di

materiale di riempimento, le loro applicazioni tipiche sono:

- La determinazione della superficie di scivolamento di una frana;
- Il monitoraggio dei movimenti orizzontali di dighe in terra, rilevati su terreni soffici e lungo il bordo di scavi o tunnel;
- Il monitoraggio delle deviazioni dalla verticale di paratie, pali di fondazione o muri di sostegno.

### Tubi inclinometrici

Gli strumenti inclinometrici sono costituiti da un tubo, installato permanentemente, generalmente in plastica o lega d'alluminio, la cui sezione non è esattamente circolare, ma presenta delle scanalature simmetriche, disposte a 90° l'una dall'altra, che guidano la sonda.

Generalmente sono in plastica o lega d'alluminio, la sezione non è esattamente circolare, ma presenta delle scanalature simmetriche, disposte a 90° l'una dall'altra, che guidano la sonda. Il loro diametro varia da 50 a 90mm circa a seconda del materiale, quelli in alluminio possono essere soggetti a corrosione, per limitarne gli effetti i tubi vengono verniciati internamente ed esternamente, qualora l'ambiente di messa in opera sia particolarmente corrosivo, o si richieda una lunga durata di esercizio è preferibile usare tubi in plastica. I tubi in alluminio sono preferibili qualora si effettuino installazioni molto profonde, in quanto quelli in plastica possono essere danneggiati dalla pressione del materiale di riempimento dell'intercapedine tra tubo e sondaggio o da tensioni assiali durante l'installazione. I tubi in plastica hanno generalmente un sistema di accoppiamento ad incastro che allinea le scanalature automaticamente, quelli in metallo possono essere accoppiati allineando le scanalature dei tubi e fasciando il punto di giunzione con un tratto di tubo avente lo stesso profilo ma di diametro leggermente maggiore, che viene fissato ai tubi sottostanti mediante rivetti. I tubi in plastica possono essere accoppiati sigillando perfettamente la giuntura con collanti, ciò li rende preferibili quando si effettui il riempimento con malta, piuttosto che con materiale terrigeno, in quanto la malta penetra più

facilmente nel tubo dalle possibili fessure presenti nel punto di giuntura. Talvolta, per minimizzare i costi, vengono usati tubi in acciaio a sezione quadrata con sonde aventi ruote adatte a scorrere negli angoli del tubo, i dati che si ottengono sono molto meno precisi di quelli ottenuti con altri tipi di tubo. I sondaggi per l'installazione dei tubi inclinometrici dovrebbero scendere 3-6m al disotto della presunta quota della zona di deformazione attiva, ed essere quanto più possibile verticali. Se si vogliono calcolare le deformazioni assolute, occorre fissare la base del tubo in modo che non sia interessata dal movimento, per questo il sondaggio deve scendere fino ad incontrare un livello che possa considerare fisso rispetto alla parte soprastante a cui ancorare la base del tubo. Quando vi è il rischio di un collasso delle pareti del sondaggio durante l'installazione, si deve utilizzare un tubo di rivestimento per il sondaggio che viene ritirato via via che si procede al riempimento dell'intercapedine tra tubo inclinometrico e pareti del sondaggio. Tale riempimento deve essere eseguito con malta sabbia o ghiaietto, quello con malta è più adatto di quelli granulari ma non può essere utilizzato qualora la malta tenda a disperdersi nel terreno circostante. Quando viene inserita la malta, prima che questa solidifichi, si deve fare attenzione che il tubo inclinometrico non tenda e risalire per la spinta di Archimede o che non assuma curvature indesiderate.

### Sonda inclinometrica

Vi è poi una sonda portatile contenente un trasduttore di inclinazione, collegata con un cavo elettrico graduato, ad un'unità di lettura, anch'essa portatile. Come si vede nella fotografia, la sonda è munita di ruote, che devono essere inserite in una coppia di scanalature del tubo affinché rimanga parallela al tratto di tubo che sta attraversando ed effettui le misure in un piano ben definito. Effettuando due serie di misure, nei due piani ortogonali individuati dalle due coppie di scanalature, si possono determinare le componenti del movimento orizzontale di una qualunque sezione.

Dopo l'installazione del tubo, si effettua una prima serie di misure per determinare l'inclinazione del tubo. Per confronto con le misure inclinometriche

successive, si determinano le variazioni dell'inclinazione. Assicurandosi che una delle estremità del tubo non possa traslare, o misurando la traslazione con altri mezzi, si possono determinare le deformazioni orizzontali assolute di ogni punto lungo il tubo. Il trasduttore più utilizzato è l'accelerometro a bilanciamento di forza. Consiste in una massa, libera di oscillare in un piano, sospesa nel campo magnetico di un rilevatore di posizione, quando, per effetto della gravità e dell'inclinazione della sonda, la massa si muove dalla posizione iniziale, il rilevatore aziona una bobina che impartisce alla massa una forza elettromagnetica uguale e contraria alla forza di gravità in modo da tenerla in equilibrio. Il voltaggio della bobina può essere misurato ed essendo direttamente proporzionale alla forza si può determinare l'inclinazione della sonda. Di questo strumento ne esiste una versione cosiddetta biassiale, in essa vi sono due trasduttori, montati uno sopra l'altro, che rilevano l'inclinazione della sonda in due piani ortogonali tra loro. Ciò consente di effettuare le due serie di misure calando la sonda una sola volta nel tubo. Questo strumento ha l'intervallo di misura più esteso degli altri ( $\pm 30^\circ$  opzionalmente  $\pm 90^\circ$ ), un'ottima precisione ed è praticamente esente da limitazioni, ciò ha fatto sì che trasduttori a resistenza elettrica, a corda vibrante e altri siano sempre meno usati.

#### 9.6 Scelta delle aree da monitorare

Come meglio specificato al precedente § 9.2 la presenza di fenomeni di dissesto gravitativo ha portato alla necessità, da parte di ANAS S.p.A. – Compartimento della Viabilità per l'Umbria, di condurre nel periodo Luglio 2004 – Febbraio 2005, una campagna d'indagini atta alla creazione di una rete di monitoraggio geotecnico del versante sottostante l'abitato di Casacastalda, nell'ambito dei lavori di costruzione della S.S. 318 di Valfabbrica, tratto in variante da S.S. n° 3 bis, in loc. Lidarno, a Schifanoia, V° Lotto, II° Stralcio.

In particolare, tali indagini hanno riguardato l'area interessata dalla realizzazione della Galleria Casacastalda ed il versante presente a monte.

Si ritiene necessario, sia sulla base dei dati acquisiti in detta attività di

monitoraggio sia in virtù degli approfondimenti intervenuti nel corso della progettazione definitiva, prevedere la prosecuzione di un'attività di monitoraggio ambientale sottosuolo legata alla verifica ed al controllo dei fenomeni di dissesto nell'area in cui interverranno i lavori di realizzazione delle opere stradali.

Al fine di ottimizzare gli oneri economici della campagna di monitoraggio, si è scelto di mutuare alcuni dei perfori allestiti a piezometro e inclinometro delle campagne di indagini geotecniche, per le presenti finalità, a seguito di una verifica sulla loro piena e totale disponibilità per tutto il prosieguo delle lavorazioni ed oltre.

Mutuando dunque le informazioni dalla campagna di monitoraggio del 2004-2005 si riporta di seguito la tabella dei fori inclinometrici e piezometrici previsti, si consideri che il piezometri sono stati anche inseriti nella componente acque sotterranee in quanto saranno utili anche al campionamento delle acque per una caratterizzazione anche qualitativa oltre che quantitativa degli acquiferi oggetto di studio.

	Origine del disturbo	Profondità da p.c [m]
Sot (S7a) - inclinometro	Dissesto gravitativo versante sud-ovest abitato Casa Castalda	30
Sot (S8b) - inclinometro		30
Sot (S9bnew) - inclinometro		30
Sot (S5a) - inclinometro		40
AP(1)(S1b) - piezometro CC		18
AP(2)(S5b) - piezometro CC		18
AP(3)(S6b) - piezometro TA		8
AP(6)(S4bnew) - piezometro CC		20

### 9.7 Articolazione temporale del monitoraggio

#### Attività di monitoraggio ante operam

Il quadro di riferimento per la costruzione di una campagna di indagini Ante-Operam è costituito dagli studi specialistici del progetto esecutivo.

Per quanto riguarda l'allestimento delle postazioni di osservazioni inclinometriche e piezometriche, mutuando i rilevamenti e le indagini definite dai professionisti geologi e geotecnici, ci si è avvalsi delle stesse postazioni di misura già materializzate per le indagini geologiche/geotecniche di ANAS del 2004-2005, ricollocando solamente quei presidi manifestamente interferenti con le fasi di costruzione, e passibili del superamento delle condizioni di servizio ed integrando i punti di indagine in situazioni particolarmente complesse. In cartografia della planimetria di ubicazione dei punti si sono indicati i punti della campagna di indagini riutilizzabili ai fini del monitoraggio (area sud abitato Casacastalda) come pure l'ubicazione dei nuovi punti in cui materializzare ulteriori stazioni di indagine.

Le osservazioni saranno condotte tre volte nel semestre precedente l'inizio dei lavori (frequenza bimestrale)

#### Attività di monitoraggio corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera avrà lo scopo di verificare l'evoluzione delle dinamiche osservate alla luce delle interazioni dell'opera con l'ambiente in cui si inserisce. La diversità dei fenomeni studiati implica una variabilità delle frequenze di osservazione in misura diversa a seconda delle caratteristiche proprie della fenomenologia osservata; è infatti noto che le frane e le instabilità, siano classificate anche sulla scorta della loro cinetica, il che implicherà dover acquisire informazioni ora più ora meno frequentemente a seconda che si abbia a che fare con frane veloci o lente.

Tale informazioni, acquisibili sulla scorta dei rilevamenti ante operam, consentiranno di tarare diversamente le modalità di acquisizione dati per il prosieguo della

campagna di indagini, sia di corso che di post operam; per il monitoraggio CO si dispone comunque l'effettuazione di almeno 4 osservazioni annue. (frequenza trimestrale)

#### **Attività di monitoraggio post operam**

Il monitoraggio post operam verrà condotto nelle aree individuate con frequenza stabilita dal responsabile ambientale nel corso dei precedenti rilievi e comunque per 4 volte nel corso dell'anno successivo all'ultimazione dei lavori. Le modalità di esecuzione sono le stesse utilizzate nella fasi precedenti di monitoraggio.

## 10 COMPONENTE AMBIENTALE PAESAGGIO

### 10.1 Finalità del lavoro

L'analisi degli impatti sulla componente paesaggistica è prevista ai sensi del D.P.C.M. del 27 Dicembre 1988 che sancisce le norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e, nell'Allegato II, definisce gli aspetti specifici inerenti ciascuna componente ambientale che devono essere oggetto di valutazione nello S.I.A.

Come si legge nel sopraccitato Allegato II, la qualità del paesaggio è determinata, quindi, attraverso le analisi concernenti:

- il paesaggio nei suoi dinamismi spontanei, mediante l'esame delle componenti naturali;
- il sistema delle attività, agricole, residenziali, produttive, turistiche, ricreative, delle presenze infrastrutturali in esso riscontrabili;
- le condizioni naturali e umane che ne hanno generato l'evoluzione;
- lo studio strettamente visivo o culturale-semiologico del rapporto tra soggetto ed ambiente, nonché delle radici della trasformazione e creazione del paesaggio da parte dell'uomo;
- i piani paesistici e territoriali;
- i vincoli ambientali, archeologici, architettonici, artistici e storici.

La Convenzione europea sul paesaggio (Firenze 20.10.2000) lo definisce come "una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni".

Ai fini del presente documento, come definito nelle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA)" predisposte dalla Commissione Speciale di VIA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 2015, i settori di indagine previsti per il monitoraggio ambientale della componente

paesaggistica sono, in sintesi:

- I caratteri storico –culturali, insediativi ed architettonici ;
- I caratteri ecologico – ambientali e naturalistici del territorio;
- I caratteri visuali – percettivi e delle sensibilità paesaggistiche.

Nel monitoraggio della componente in esame si considereranno:

- gli elementi emergenti e qualificanti del paesaggio;
- gli ambiti territoriali a maggiore vulnerabilità;
- le conformazioni ambientali principali, qualificabili come detrattori di valore.

Gli elementi fondanti del monitoraggio consistono pertanto:

- nel caratterizzare lo stato della componente (e di tutti i ricettori prescelti) nella fase *ante operam*, individuando in particolare gli elementi emergenti e qualificanti del paesaggio, le configurazioni ambientali principali e gli ambiti territoriali a maggiore vulnerabilità;
- nel verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione delle componenti, monitorando in particolare le attività potenzialmente distruttive;
- nell'accertamento della corretta applicazione e dell'efficacia delle misure di mitigazione e compensazione ambientale indicate nel progetto definitivo.

Con specifico riferimento alle caratteristiche dell'area di indagine e alla natura dei principali impatti previsti, così come scaturiti dalla procedura di VIA, si è ritenuto opportuno circoscrivere il campo della presente verifica ai soli aspetti ritenuti di particolare rilevanza ai fini del monitoraggio.

In particolare, le indagini saranno incentrate nella valutazione degli aspetti più squisitamente paesaggistici evitando di investigare tutti quei campi afferenti ad

altre componenti ecologico – ambientali e naturalistiche del territorio, per le quali sono stati redatti appositi PMA.

Pertanto la presente indagine è improntata sui seguenti aspetti:

- I caratteri culturali, storico – architettonici, relativi principalmente ai ricettori sensibili costituiti dalle ville, dai parchi, e dagli insediamenti storici presenti nell'area di progetto;
- I caratteri visuali – percettivi e delle sensibilità paesaggistiche, con riferimento specifico ai ricettori sensibili costituiti dagli itinerari ed i punti panoramici principali presenti nell'area di progetto.

#### *10.2 Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente*

L'area di progetto è sita nel Comune di Valfabbrica ed è ricompresa tra l'abitato di Valfabbrica e l'abitato di Casacastalda. Gli aspetti paesaggistici legati alla morfologia del territorio in esame rendono conto di una zona che il Piano Territoriale Paesaggistico Regionale classifica come *"Aree collinari ed alto collinari, con sistema insediativo a diffusione policentrica, accessibili"*.

Si tratta di aree collinari con quote medie di 400 mt s.l.m., aree boscate intervalate da aree e radure coltivate o incolte segnate dai compluvi di una rete di fossi affluenti del rio Risacco, affluente in sinistra del Fiume Chiascio.

Segni territoriali di natura antropica sono costituiti dall'abitato di Casacastalda e nuclei sparsi pressochè isolati nelle zone limitrofe, la strada SS318 ed una rete di strade provinciali o comunali.

Esistono solo due tipologie di vincolo che sono quelle di rispetto del corso d'acqua Rio Risacco **lettera c** *"Fiumi, torrenti e corsi d'acqua"* art. 142 comma 1 dei Beni Paesaggistici D.Lgs 142/04, vincolo che non viene direttamente interessato dal lotto in oggetto e vincolo **lettera g** *"Territori coperti da foreste e da boschi"* art. 142 comma 1 dei Beni Paesaggistici D.Lgs 142/04 che invece sono parzialmente interferiti dai tratti in viadotto, Tre Vescovi e Calvario e dagli imbocchi delle due gallerie naturali Picchiarella e Casacastalda.



Altre informazioni circa la natura e le peculiarità paesaggistiche dell'area in esame si desumono dalla lettura delle carte tematiche contenute nel Piano Paesaggistico Regionale Umbria, in particolare nel Quadro Conoscitivo l'area di Valfabbrica viene identificata e denominata come Bene Identitario 2\_SC.3\_Eugubino dell'Atlante dei Paesaggi.

Il Paesaggio regionale "Eugubino" comprende i territori definiti a oriente dai ripidi rilievi calcarei appenninici ed a occidente dai modesti rilievi collinari arenacei e marnosi, che racchiudono la vasta conca intermontana di Gubbio. Si tratta di un paesaggio di prevalente interesse storico-culturale, la cui rilevanza è legata alla presenza di centri, borghi e da un sistema diffuso di insediamenti a carattere difensivo e religioso. I comuni i cui territori sono interessati (totalmente o parzialmente) da questo paesaggio sono i seguenti:

Gubbio, Valfabbrica, Perugia, Umbertide, Gualdo Tadino, Costacciaro.

Le strutture identitarie ricomprese dal paesaggio regionale "Eugubino" sono le seguenti:

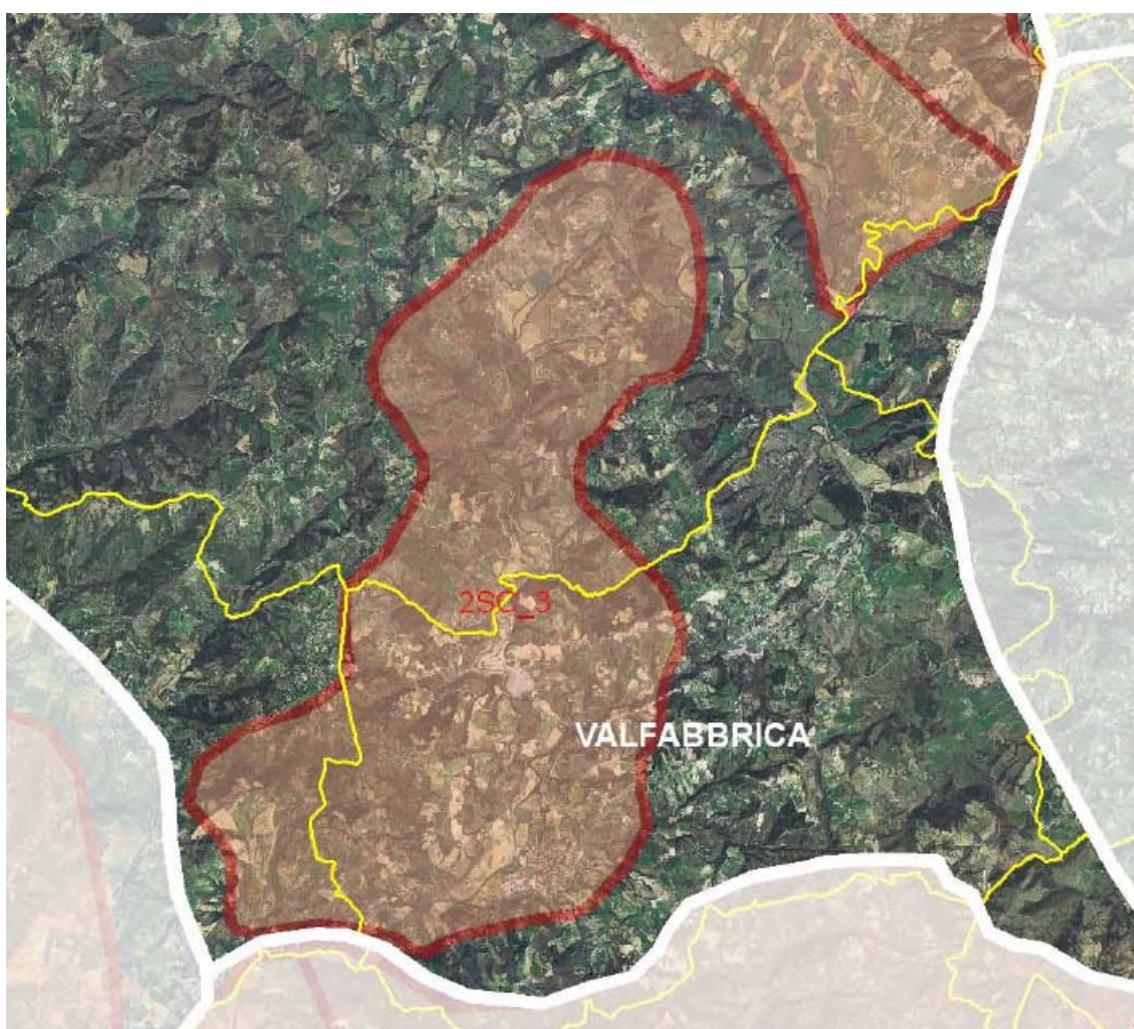
2SC.1 L'insediamento umbro di origine antica di Gubbio, la basilica di Sant'Ubaldo, il Monte Foce, il Monte Ingino, il Monte Ansciano e la quinta appenninica, la via eugubina, la gola del Bottaccione e l'acquedotto medievale,

il teatro romano.

2SC.2 La conca eugubina, la via eugubina.

2SC.3 Valfabbrica e la valle del Chiascio, le forre del Rio Grande, il monastero Benedettino di Santa Maria, Il sistema dei castelli (Castel d'Alfiolo, il Castello di Colmollaro, e sulla destra del Chiascio, i castelli di Vallingegno, Petroia, Biscina).

Di seguito uno stralcio dell'area 2SC.3



Per quanto riguarda i principali segni caratterizzanti questa area si evince dalla lettura del piano che i segni morfologici della Gola del Bottaccione, posta a nord di Gubbio, tra il Monte Foce e il Monte Ingino; il fiume Chiascio sotto Valfabbrica

e le forre del Rio Grande attribuiscono al paesaggio regionale ulteriori caratteri di riconoscibilità.

In particolare la Gola del Bottaccione, definita un "Archivio della terra" rappresenta eccezionali valori, soprattutto sotto il profilo geologico, ma anche sotto i profili ambientale, paleontologico e storico. Al suo interno, la diga di sbarramento del torrente Camignano e l'acquedotto medievale rappresentano mirabili esempi di ingegneria idraulica medievale.

Nel fondovalle, parallela al torrente Camignano, la strada statale 298, detta "Eugubina", costituisce un tracciato di grande rilevanza storica, concorrendo alla caratterizzazione di questo paesaggio. Lungo di essa importanti beni storici, quali il castello di Vallingegno, che faceva parte del sistema difensivo sulla destra del Chiascio, insieme al castello di Petroia e a quello di Biscina, qualificano storicamente e paesaggisticamente il tracciato.

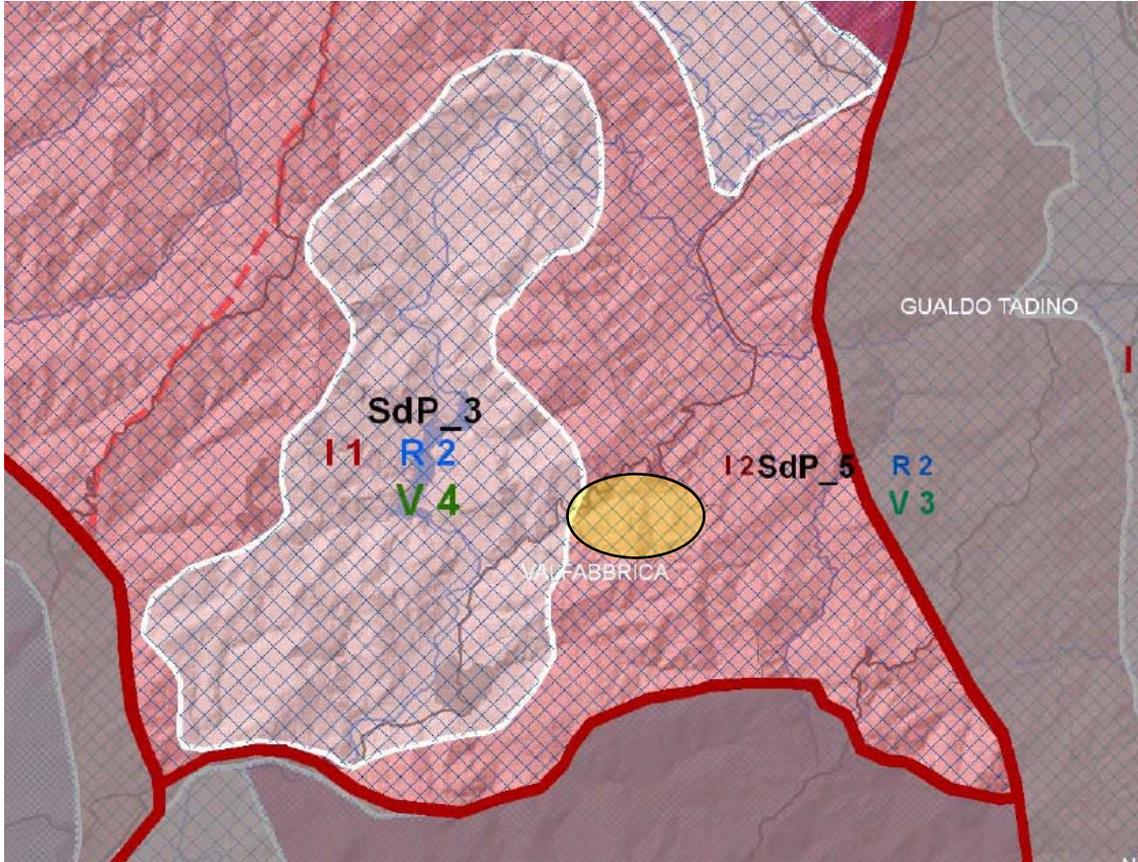
Il paesaggio "Eugubino" si configura in definitiva come uno spazio ad elevato valore storico-culturale, caratterizzato dalla sostanziale integrità degli assetti insediativi di centri e borghi storici e dalla ricchezza di sistemazioni e manufatti rappresentativi di importanti fasi storiche della regione.

Per quanto riguarda l'Attribuzione dei valori paesaggistici dell'area di studio si evince che le zone di intervento sono classificate come segue:

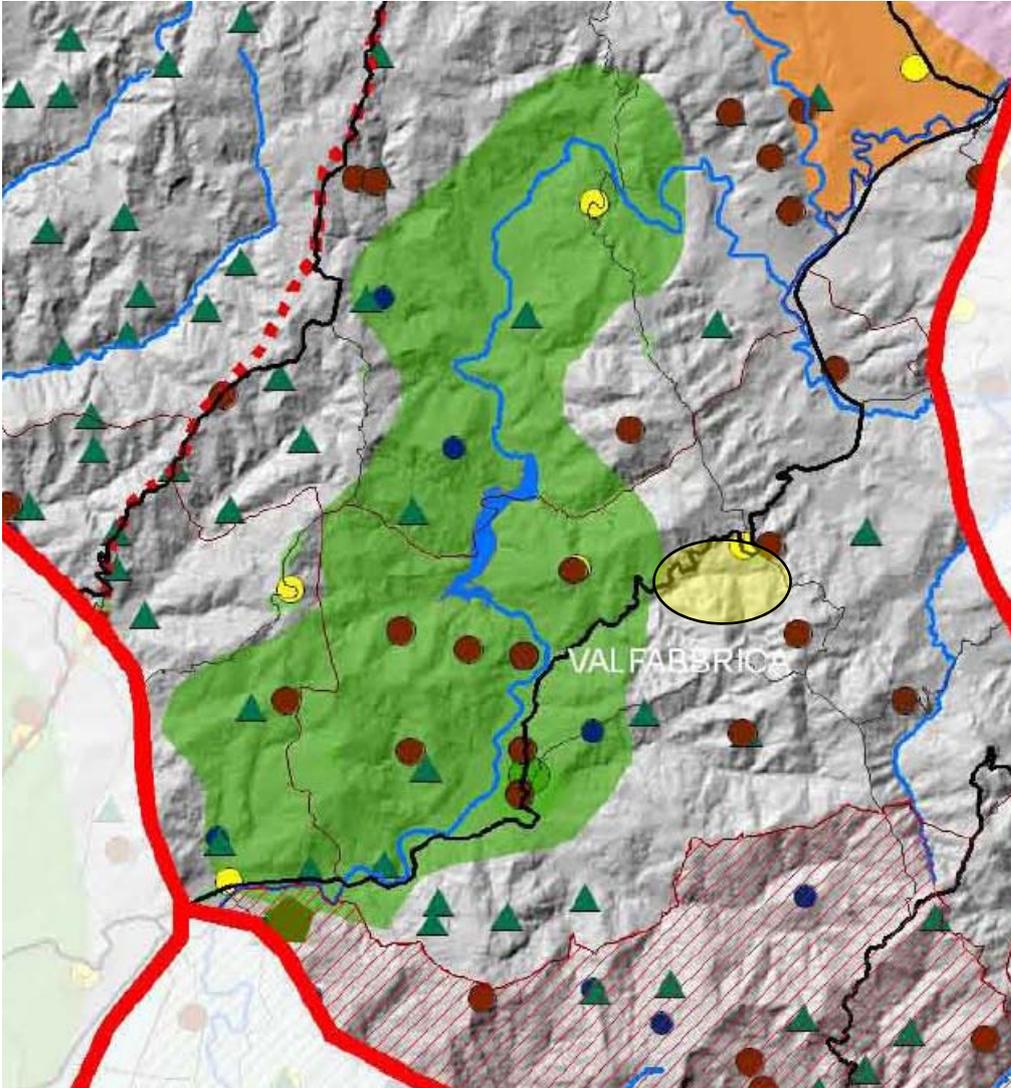
- Integrità I2 – "parzialmente integro";
- Rilevanza R2 – "accertata";

attraverso la matrice di attribuzione del valore l'area risulta avere un

- Valore V3 – "valore comune".



		INTEGRITA'		
		I3	I2	I1
RILEVANZA	R3	V1	V2	V4
	R2	V2	V3	V4
	R1	V4	V4	V4



Per quanto concerne le strutture identitarie prevalenti dallo stralcio precedente si evince che il corridoio di progetto non interessa beni areali di notevole interesse paesaggistico ma solo alcuni beni puntuali che sono localizzati nell'abitato di Casacastalda e classificati come beni identitari prevalenti diffusi "Centri storici collinari e montani" e "principali siti di architettura militare e religiosa" (cerchio giallo e marrone nello stralcio)

IL corridoio di progetto è al di fuori della struttura identitaria prevalente areale classificata come "Valfabbrica e la Valle del Chiascio, le forre del Rio Grande, il monastero Benedettino di Santa Maria, il sistema dei castelli (Castel d'Alfiolo,

*castello di Colmollaro, e sulla destra del Chiascio i castelli di Vallingegno, Petroia e Biscina).*

### *10.3 Identificazione e aggiornamento dei riferimenti normativi*

Per gli aspetti specifici relativi al paesaggio si è fatto riferimento a D.Lgs. n.42 del 22.01.2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e alla Convenzione europea sul Paesaggio (Firenze, 20.10.2000).

### *10.4 Scelta degli indicatori ambientali*

I principali aspetti oggetto di monitoraggio dovranno essere:

- i caratteri visuali-percettivi e delle sensibilità paesaggistiche;
- i caratteri culturali, storico-architettonici.

A tal fine sono state predisposte tre indagini distinte:

- l'indagine "A" con la finalità di verificare l'integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico attraverso il confronto ante e post operam delle visuali dei recettori antropici nelle aree a maggior valenza paesistica attraverso una serie di rilievi fotografici e fotosimulazioni;
- l'indagine "B" finalizzata alla verifica dell'assenza di interazioni negative tra l'opera ed i beni storico-architettonici diffusi sul territorio attraverso dei sopralluoghi in campo dedicati;
- l'indagine "C" con l'intento di fornire una "lettura oggettiva" delle modificazioni indotte dall'opera sul territorio valuterà le modificazioni dell'uso del suolo nell'intorno di tutto il tracciato di progetto.

### **Indagine di tipo A: integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico**

La principale tipologia d'impatto sul paesaggio, relativa all'inserimento di un'infrastruttura viaria, è legata alla modificazione della percezione visiva dei recettori sensibili, dovuta: a fenomeni di mascheramento visivo totale o parziale; all'alterazione dell'equilibrio reciproco dei lineamenti caratteristici dell'unità paesaggistica, a causa dell'intromissione di nuove strutture fisiche estranee al

contesto per forma, dimensione, materiali o colori.

La stima della misura dell'alterazione della percezione visiva, rileva in senso inverso l'integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico in cui si va ad inserire.

Questa alterazione può avvenire sui diversi piani del campo visivo:

- primo piano (0 – 250/500 m);
- secondo piano o piano intermedio (250/500 – 1000 m);
- quinta visiva (> 1000 m).

L'interferenza con la direttrice d'osservazione in primo piano, corrisponde ad una percezione ravvicinata o da media distanza, alla medesima quota planoaltimetrica. In tale ambito i fenomeni percettivi sono condizionati prevalentemente dall'andamento morfologico del piano campagna e dalla presenza di oggetti posti lungo la direttrice di osservazione. Gli elementi dell'infrastruttura in progetto, che influenzano maggiormente la percezione da questo punto di osservazione, sono quelli che si configurano come "barriera" visiva lineare - muri, rilevati, barriere antirumore, ecc. - che chiudono completamente la visuale ostacolando la visibilità dell'orizzonte.

L'interferenza con la direttrice d'osservazione in secondo piano, corrisponde ad una percezione da media distanza, dalla quale è possibile rilevare le interferenze sui lineamenti portanti dell'aspetto paesaggistico dell'area interferita, nonché le loro relazioni. Gli elementi dell'infrastruttura in progetto, che influenzano maggiormente la percezione da questo punto di osservazione, sono quelli che si delineano come unità dissonanti rispetto ad una armonica, o quanto meno assimilata tale, struttura del paesaggio, ovvero le opere d'arte maggiori.

Le interferenze con la direttrice d'osservazione sulla quinta visiva corrispondono alla percezione da grande distanza, quella che vede l'infrastruttura attraversare gli elementi di sfondo della visuale. In questo caso gli elementi infrastrutturali a maggior criticità sono viadotti ed imbocchi in galleria, che riescono ad essere

percepiti e che per dimensioni possono interferire con grandi sistemi antropici o naturali, quali lo skyline di una città, di rilievi montuosi o collinari.

Analizzando la cartografia, emerge come il bosco e le aree in quota siano i paesaggi principali del territorio di interesse, rispetto ad essi si prevede un'interferenza di quinta visiva.

In considerazione del fatto che le modificazioni indotte dalla fase di lavorazione sono di tipo temporaneo e che la riorganizzazione paesaggistica di un'area dopo un intervento di tale portata nonché il riassorbimento percettivo da parte della popolazione è valutabile per modificazioni definitive o a lungo termine, l'indagine in oggetto è limitata alle fasi ante e post operam.

#### Indagini di tipo B: interazioni opera/beni storico-architettonici

L'analisi ha per oggetto le interazioni tra l'opera in progetto e le emergenze di pregio di natura puntuale, costituite da edifici o gruppi di edifici posti in prossimità del corridoio di progetto ed individuati in sede di progettazione.

L'attività di monitoraggio deve in particolar modo verificare l'insorgere dei seguenti impatti potenziali:

- rischio di danneggiamento del bene storico – architettonico;
- alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico;
- alterazione della percezione visiva da/verso il recettore storico-architettonico.

L'attività di monitoraggio deve inoltre verificare la corretta esecuzione delle opere di mitigazione e compensazione, previste in sede di progettazione definitiva e, laddove possibile, consentire interventi correttivi in corso d'opera al fine di correggere eventuali criticità residue.

L'indagine quindi è incentrata sulla valutazione delle interferenze, o meglio sulla verifica dell'assenza di interferenze, dell'opera con i beni storico-architettonici e sulla verifica dell'efficacia dell'intervento mitigativo rispetto alle finalità per cui è

stato inserito, ovvero quei beni la cui vulnerabilità è stata evidenziata dall'Analisi paesistico-ambientale del progetto definitivo.

Vista l'eterogeneità dei beni vincolati dagli articoli 10 e 136 del D.Lgs. 42/04 per ciascuno di essi si definiscono i possibili impatti e di seguito le azioni di monitoraggio previste.

Riferimento normativo da D.Lgs. 42/04	Tipologia di bene	Impatti potenziali
Art. 10, comma 4	Cose che interessano la paleontologia, la preistoria e le primitive civiltà	rischio di danneggiamento del bene storico – architettonico; alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico; alterazione della percezione visiva da/verso il recettore storico-architettonico
Art. 10, comma 4	Le cose di interesse numismatico	alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico;
Art. 10, comma 4	i manoscritti, gli autografi, i carteggi, gli incunaboli, nonché i libri, le stampe e le incisioni, con relative matrici, aventi carattere di rarità e di pregio	alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico;
Art. 10, comma 4	le carte geografiche e gli spartiti musicali aventi carattere di rarità e di pregio	alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico;
Art. 10, comma 4	le fotografie, con relativi negativi e matrici, le pellicole cinematografiche ed i supporti audiovisivi in genere, aventi carattere di rarità e di pregio	alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico;
Art. 10, comma 4	le ville, i parchi e i giardini che abbiano interesse artistico o storico	rischio di danneggiamento del bene storico – architettonico; alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico; alterazione della percezione visiva da/verso il recettore storico-architettonico
Art. 10, comma 4	le pubbliche piazze, vie, strade e altri spazi aperti urbani di interesse artistico o storico	rischio di danneggiamento del bene storico – architettonico; alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico; alterazione della percezione visiva da/verso il recettore storico-architettonico

Riferimento normativo da D.Lgs. 42/04	Tipologia di bene	Impatti potenziali
Art. 10, comma 4	i siti minerari di interesse storico od etno-antropologico	rischio di danneggiamento del bene storico – architettonico; alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico; alterazione della percezione visiva da/verso il recettore storico-architettonico
Art. 10, comma 4	le navi e i galleggianti aventi interesse artistico, storico od etno-antropologico	alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico;
Art. 10, comma 4	le tipologie di architettura rurale aventi interesse storico od etno-antropologico quali testimonianze dell'economia rurale tradizionale	rischio di danneggiamento del bene storico – architettonico; alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico; alterazione della percezione visiva da/verso il recettore storico-architettonico
Art. 136, comma 1 lettera a	le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica	rischio di danneggiamento del bene storico – architettonico; alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico; alterazione della percezione visiva da/verso il recettore storico-architettonico
Art. 136, comma 1 lettera b	le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza	rischio di danneggiamento del bene storico – architettonico; alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico; alterazione della percezione visiva da/verso il recettore storico-architettonico

Tabella 26 Ipotesi di potenziali impatti per i beni storico-architettonici

Durante la verifica preventiva, dopo l'acquisizione di tutto il materiale necessario alla verifica dell'effettiva consistenza del bene vincolato quale ad esempio il decreto di vincolo, si procederà alla registrazione sullo stato del bene e alla definizione degli impatti effettivi singolarmente per ogni bene individuato nella Planimetria dei punti di monitoraggio allegata.

#### Indagini di tipo C: Uso del suolo

Scopo di tale indagine è valutare la trasformazione del territorio, per le tratte in

esame, in seguito alla costruzione ed esercizio dell'infrastruttura, confrontando le modifiche a carico dell'uso del suolo nella fase di ante operam e di post operam.

Il parametro rilevato sarà la percentuale di superficie occupata da un particolare uso del suolo, rispetto al totale dell'area monitorata, valutata per ambiti omogenei prevalenti all'interno di ogni singola tratta. L'analisi sarà estesa a tutte le superfici coinvolte, in modo che la somma delle percentuali di superficie occupata di tutte le classi individuate sia pari al 100%.

#### *10.5 Metodologia di monitoraggio*

Vengono di seguito illustrate le attività preliminari da svolgere prima dell'effettivo avvio delle misure.

Esse si distinguono in:

- attività in sede;
- attività in campo.

#### Attività in sede

L'attività di misura in campo prevede un'organizzazione preliminare in sede, che passa attraverso l'analisi del programma di cantiere, per le analisi che vengono eseguite anche in fase di Corso d'Opera (tale attività è essenziale nella fase di corso d'opera per poter controllare le potenziali interferenze e poterle correlare alle lavorazioni svolte), e la preparazione di tutto il materiale necessario per le indagini.

Prima di procedere con l'uscita sul campo è necessario:

- richiedere alla Direzione Lavori l'aggiornamento della programmazione di cantiere;
- stabilire il programma delle attività di monitoraggio;

#### Attività in campo

L'attività preliminare in campo dovrà essere realizzata da tecnici appositamente

selezionati, che devono:

- valutare la correttezza dell'individuazione delle aree e dei punti di monitoraggio;
- predisporre una scheda contenente almeno le seguenti informazioni:
  - stralcio cartografico in scala 1:10000 con l'indicazione del punto di vista;
  - la tipologia di punto di vista (statico o dinamico),
  - localizzazione geografica,
  - localizzazione rispetto all'infrastruttura in progetto;
  - la descrizione degli eventuali ostacoli presenti;
  - la data e l'ora del rilievo,
  - eventuali attività di costruzioni in corso;
  - nome dell'operatore addetto al rilievo.
- procedere all'acquisizione di un permesso scritto qualora, per accedere al punto di misura, si renda necessario attraversare proprietà private. Nel permesso dovranno essere riportate modalità di accesso alla sezione di misura, tipo di attività che sarà svolta dal personale tecnico incaricato, codice del punto di monitoraggio e modalità di rimborso di eventuali danni arrecati alla proprietà.

L'operatore dovrà inoltre verificare la correttezza e l'aggiornamento degli strumenti cartografici utilizzati.

#### Indagini di tipo A

Le attività previste per l'indagine di tipo "A" sono relative alle fasi ante operam e post operam.

#### Fase ante operam:

La prima fase è finalizzata a documentare lo stato dell'area di indagine prima

dell'inizio dei lavori e all'esecuzione dei fotoinserti secondo le indicazioni progettuali definite nel Progetto Definitivo.

#### Fase post operam

La fase post – operam consiste nella documentazione del lavoro svolto e nella verifica finale dell'efficacia della metodologia operativa adottata. Pertanto l'attività consisterà essenzialmente:

- Nell'effettuazione di una ricognizione fotografica dell'area di intervento dal recettore, ossia dal punto panoramico individuato, con le stesse modalità indicate per le fasi precedenti, in modo che la documentazione sia confrontabile;
- Nella redazione di una scheda di classificazione dell'indagine e di uno stralcio planimetrico in scala 1:5.000 con individuazione dei coni visuali e dei principali elementi del progetto presenti nel campo visivo (opere d'arte, rilevati, trincee, ecc);
- Nella redazione di una relazione descrittiva che illustri, per ogni ambito di indagine, i risultati ottenuti in termini di mitigazione paesaggistica – ambientale dell'infrastruttura, illustrandone i punti di forza e di debolezza.

La fase post operam avrà inizio non prima del completo smantellamento dei cantieri e sarà effettuata dopo un tempo minimo ritenuto sufficiente per verificare l'effettiva efficacia e la buona riuscita degli interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale, ed in particolare delle opere a verde.

Gli elaborati grafici saranno forniti, oltre che su cartaceo, in formato vettoriale shape / dwg georiferito nel sistema Gauss-Boaga o in altri formati secondo eventuali specifiche richieste dal Responsabile del Monitoraggio Ambientale.

Il fine di questa indagine è quello di avere un riscontro confrontabile con quanto ipotizzato in fase di progettazione rappresentato dalle fotosimulazioni, per cui si procederà al raffronto fra queste e le foto delle indagini post operam per valutare l'effettiva efficacia di mitigazione e di inserimento nel contesto

paesaggistico pregresso.

Al fine di tener conto dell'effetto della vegetazione esistente nonché del fatto che le azioni di mitigazione sono rappresentate principalmente da opere a verde e che le specie utilizzate per queste sono tutte caducifoglie, si effettueranno due riprese:

- una in inverno, quando gli individui arboreo-arbustivi sono spogli e la loro capacità di mascheramento è minima;
- una in primavera-estate, durante il periodo di massimo sviluppo dell'apparato fogliare.

#### Rilievi fotografici

La ripresa fotografica dovrà essere effettuata con degli obiettivi che riproducano più fedelmente possibile il campo di visione umana (50 mm o 35 mm), oppure al fine di rendere anche la spazialità della visuale optare per una ripresa statica grandangolare (24mm o 28mm). Per le riprese dai punti panoramici si effettueranno delle ripetizioni alle diverse angolazioni al fine di ricostruire poi una vista a 360° con un fotomosaico. Le riprese verranno effettuate da stativo preferenzialmente all'altezza di 1,70 m.

I rilievi dovranno essere eseguiti portando con sé dei rilevatori GPS, in modo da definire univocamente e nel modo più preciso possibile la posizione dell'osservatore.

#### Indagini di tipo B

Sui recettori in cui si è riscontrata la possibilità sia di alterazione della fruibilità del recettore storico-architettonico che l'alterazione della percezione visiva da/verso il recettore storico-architettonico, le attività di monitoraggio si svolgeranno come segue:

#### Fase in corso d'opera:

L'indagine in corso d'opera è finalizzata specificamente alla verifica preventiva del rispetto delle indicazioni progettuali, del contenimento degli impatti in fase

di cantiere, e del mantenimento delle condizioni minime di fruibilità del recettore, anche durante le lavorazioni. La prima indagine si effettua quando i beni monitorati si trovano in corrispondenza del fronte di avanzamento lavori come da cronoprogramma e le attività di cantiere sono prossime o interessano la viabilità di accesso agli stessi. Verranno ripetute in caso di eventuali criticità riscontrate e/o segnalate dalla popolazione e/o dai fruitori. In caso della rilevazione reiterata di interferenze sui beni o sulla fruibilità degli stessi si comunicherà la criticità al Responsabile del Monitoraggio Ambientale e alla Direzione dei lavori al fine di prevedere delle azioni correttive quali ad esempio percorsi alternativi o opere di mitigazione temporanee.

L'indagine è finalizzata anche alla verifica preventiva dell'efficacia dei sistemi di mitigazione paesaggistica approntati in sede di progetto definitivo ed altri eventualmente approvati successivamente, la cui valutazione dovrà essere svolta attraverso rilievi condotti in una fase dei lavori sufficientemente avanzata da consentire una piena comprensione dell'ubicazione e delle dimensioni effettive che l'opera avrà al termine dei lavori.

L'attività consisterà essenzialmente:

- Nell'effettuazione di una ricognizione fotografica dell'area di intervento;
- Nella redazione di una scheda di classificazione dell'indagine, di uno stralcio da ortofoto in scala 1:5.000 con ubicazione del punto di indagine, e di uno stralcio planimetrico in scala 1:2.000 con individuazione del recettore, dei coni visuali delle foto e dei principali elementi del progetto presenti nel campo visivo (opere d'arte, rilevati, trincee, ecc);
- Nella redazione di una relazione descrittiva che illustri, per ogni punto di indagine, i risultati della verifica, le eventuali criticità riscontrate in corso d'opera e i risultati potenzialmente ottenibili in termini di mitigazione paesaggistica – ambientale dell'infrastruttura.

Fase post operam

La fase post – operam consiste nella documentazione del lavoro svolto e nella verifica finale dell'efficacia della metodologia operativa adottata e della corretta esecuzione di tutte le opere di mitigazione previste. Pertanto l'attività consisterà essenzialmente:

- Nell'effettuazione di una ricognizione fotografica dell'area di intervento dal recettore, con le stesse modalità indicate per le fasi precedenti, in modo che la documentazione sia confrontabile;
- Nella redazione di una scheda di classificazione dell'indagine, di uno stralcio da ortofoto in scala 1:5.000 con ubicazione del punto di indagine, e di uno stralcio planimetrico in scala 1:2.000 con individuazione dei con visuali e dei principali elementi del progetto presenti nel campo visivo (opere d'arte, rilevati, trincee, ecc);
- Nella redazione di una relazione descrittiva che illustri, per ogni ambito di indagine, i risultati ottenuti in termini di mitigazione paesaggistica – ambientale dell'infrastruttura, illustrandone i punti di forza e di debolezza.

La fase post operam avrà inizio non prima del completo smantellamento dei cantieri e sarà effettuata dopo un tempo minimo ritenuto sufficiente per verificare l'effettiva efficacia e la buona riuscita degli interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale, ed in particolare delle opere a verde.

Gli elaborati grafici saranno forniti, oltre che su cartaceo, in formato vettoriale shape / dwg georiferito nel sistema Gauss-Boaga, o secondo eventuale ulteriore specifica richiesta dal Responsabile del Monitoraggio Ambientale.

#### Rilievi fotografici

I rilievi fotografici effettuati per le indagini di tipo B dovranno essere svolti seguendo le medesime specifiche tecniche riportate per il rilievi fotografici dell'indagine A "integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico".

Qualora per un bene compreso all'interno di un agglomerato i cui margini sono oggetto dell'indagine A si ravvisi l'alterazione della percezione visiva, le due

indagini dovranno essere integrate al fine di definire un'unica stima degli impatti.

### Indagini di tipo C

Tale analisi si compone di due fasi:

#### Fase ante operam:

Si basa sull'analisi della percentuale di superficie occupata da ciascun particolare uso del suolo, calcolato mediante l'utilizzo di supporti GIS, rispetto al totale dell'area monitorata, valutata per ambiti omogenei prevalenti all'interno di ogni singola tratta.

Le cartografie di riferimento sono state la carta dell'uso del suolo, prodotta in sede di progetto definitivo e la carta d'uso del suolo in scala 1:10000 prodotta dalla Regione Veneto.

L'aggiornamento della carta d'uso del suolo avverrà sulla base di diverse fonti:

- foto aeree/immagini da satellite;
- fotografie effettuate in sito;
- dati raccolti in fase di sopralluogo/rilievo;
- verifica delle aree di trasformazione in ambito comunale.

#### Fase Post operam:

La cartografia prodotta in ante operam sarà confrontata **dopo 5 anni** dall'entrata in esercizio, con delle ortofoto digitali delle medesime aree, in scala appropriata, procedendo ad un aggiornamento della cartografia dell'area in esame effettuato alla fine della realizzazione di tutta la tratta in esame.

Qualora si verificassero delle incongruenze, non risolvibili cartograficamente, si prevede la possibilità di effettuare delle indagini speditive nelle zone in questione.

Oltre che ad un confronto cartografico, si procederà a comparare i dati percentuali ottenuti in ante e post operam, in modo da oggettivare con pochi numeri il grado di naturalità e di pressione ambientale prodotto dalla costruzione ed esercizio dell'infrastruttura nell'area.

È importante descrivere non solo la superficie iniziale e finale assunta ad ogni classe, ma anche le quantità di suolo che si spostano da una classe all'altra, tale "transizione" potrà essere quantificata, in forma sintetica, attraverso l'impiego di matrici di transizione.

L'impiego congiunto di tali matrici di transizione e confronti cartografici, antepost operam, permetterà di valutare le possibili migrazioni di superfici da una destinazione d'uso all'altra, evidenziando le dinamiche di evoluzione del paesaggio, e le eventuali modificazioni all'interno dell'ambito prevalente per la tratta in questione.

#### 10.6 Scelta delle aree da monitorare

Le stazioni di monitoraggio sono state localizzate tutte in corrispondenza delle più significative opere all'aperto e sono le seguenti:

punto di monitoraggio	Descrizione elemento da monitorare
P(1)	Imbocco sud GN Picchiarella e Area Viadotto Tre Vescovi
P(2)	Imbocco nord GN Picchiarella e area Viadotto Calvario
P(3)	Imbocco nord GN Casacastalda
P(4)	Area di deposito B

Tabella 27 Aree di valutazione della componente ambientale stato fisico dei luoghi

#### 10.7 Strutturazione delle informazioni

Il monitoraggio ambientale, proprio in quanto attività di presidio ambientale, richiede estrema tempestività nella restituzione dei dati, in particolare nella fase di corso d'opera, al fine di consentire un efficace intervento nel caso in cui si riscontrassero situazioni di criticità.

Il rapido accesso ai dati sarà assicurato dal Sistema Informativo Territoriale,

predisposto in ante operam, che consentirà di gestire in modo tempestivo l'acquisizione ed il processo di analisi delle misure di monitoraggio; una volta validati i dati saranno resi disponibili agli organismi di controllo e alle amministrazioni territoriali coinvolte.

La georeferenziazione dei dati deve essere effettuata in sistema WGS-84 mentre per quanto riguarda il tipo di proiezione deve essere adottata la proiezione cilindrica traversa di Gauss, nella versione UTM.

Tutti i dati e le informazioni ricavate nelle fasi di AO, CO e PO dovranno essere inserite nel SIT secondo i formati e le strutture identificate.

#### 10.8 Articolazione temporale del monitoraggio

La tabella che segue mostra le attività che verranno svolte per ogni fase del monitoraggio.

INDAGINE	AO	CO	PO
A - Integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico			
B - Interazioni opera/beni culturali			
C-Uso del suolo			

**Tabella 28 Attività di monitoraggio componente paesaggio**

Per quanto riguarda l'integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico (indagine di tipo A), considerando la natura strutturale della componente paesaggio, la sua sostanziale ininfluenza ai fini sanitari e la mancanza di significativi effetti di *annoyance* per la popolazione, non si ritiene necessario procedere ad un monitoraggio durante la fase di corso d'opera. Mentre, vista la natura e l'importanza delle lavorazioni ed i possibili impatti sulle presenze immobili reali e presunte, le interazioni opera/beni storico-architettonici (indagine di tipo B) saranno effettuate anche in fase di cantiere.

Si ritiene invece necessario estendere la fase di PO nel tempo, a 3 e 5 anni dopo l'entrata in esercizio. Infatti gli interventi di mitigazione, schermatura, ripristino e

compensazione ambientale hanno tutti al centro la presenza di impianti di nuova vegetazione, spesso a sviluppo relativamente lento come cespugli e alberi.

In generale si prevedono di eseguire rilievi organizzati nelle tre fasi di *ante operam*, corso d'opera e *post operam* che avranno la seguente durata:

- fase AO: 1 anno (conclusa nel periodo antecedente all'avvio dei lavori);
- fase CO: le indagini saranno effettuate durante l'effettiva esecuzione delle lavorazioni interferenti con le aree di monitoraggio;
- fase PO: 3 o 5 anni successivi al termine delle attività di costruzione.

Le frequenze stabilite per le fasi di AO, CO e PO del monitoraggio sono riportate nella tabella seguente:

INDAGINE	AO	CO	PO (a 3 anni dall'entrata in esercizio )
A - Integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico	2 indagini (1 invernale e 1 estiva)		2 indagini (1 invernale e 1 estiva)
B - Interazioni opera/ beni culturali	1 indagine (eventuali ripetute in caso di criticità)	1 indagine (eventuali ripetute in caso di criticità)	1 indagine
C-Uso del suolo	1 indagine		1 indagine

Tabella 29 Frequenze di monitoraggio componente paesaggio

### 10.9 Documentazione da produrre

Nel corso del monitoraggio vengono rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura.
- Relazione di fase AO. Devono essere riportate: fotografie, render di fotosimulazioni e tipologici di progetto indicativi degli obiettivi da raggiungere in termini paesaggistici
- Relazione di fase CO.
- Relazione di fase PO.

- Dati sul SIT.

#### Scheda di misura

È prevista la compilazione della scheda.

#### Relazione di Corso d'opera

Per le indagini B per cui è previsto il monitoraggio in corso d'opera, al fine di restituire una sintesi dei dati acquisiti nella fase di CO, viene redatta una relazione annuale. Si ricorda che tali relazioni, proprio per il criterio adottato di monitoraggio in fase CO devono riportare anche i risultati delle analisi condotte al termine delle lavorazioni che si ipotizzano interferire sull'area di misura, in quanto si dovrà proseguire con il monitoraggio fino alla significatività del dato.

#### Relazione di Post Operam

La relazione prodotta al termine delle attività di AO costituisce il riferimento di confronto per le fasi di CO e PO.

Nelle fasi di PO, vengono riportati i risultati delle misurazioni, effettuate in tutti i punti di monitoraggio.

## 11 COMPONENTE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Il quadro prescrittivo impone, per verificare l'ottemperanza alle prescrizioni, che il monitoraggio ambientale sia esteso già in fase di verifica di attuazione alle attività di scavo e movimento terra e alle relative caratterizzazioni dei materiali, predisponendo inoltre uno specifico sistema informativo.

L'inclusione della componente terre e rocce da scavo nel piano di monitoraggio ambientale deve tenere conto dei contenuti dettagliati nel Piano di utilizzo delle terre che, nella fase progettuale attuale, viene redatto ai sensi del D.Lgs 120/2017, di recente introduzione.

A seguire le attività di monitoraggio che si prevedono sulla componente terre e rocce da scavo.

Come previsto dal regolamento attuativo, il PUT deve garantire la piena gestione dei dati ed informazioni prodotte in occasione delle operazioni di gestione dei materiali.

Date le dimensioni dell'opera da realizzare e la generale complessità operativa prevedibile per le attività di cantierizzazione, al fine di identificare univocamente tutti i siti coinvolti nel processo di gestione dei materiali da scavo e così poter garantire la piena tracciabilità dei materiali si è seguita la logica di identificazione dei siti in accordo ai contenuti di tutti gli altri elaborati di progetto.

Nel piano di utilizzo si è proceduto dunque alla identificazione UNIVOCA dei siti coinvolti e relativi ad aree di:

- ✓ Produzione;
- ✓ Stoccaggio temporaneo;
- ✓ Riutilizzo.

Come richiesto dalla norma per ciascun sito vengono forniti tutti gli elementi cartografici tali da rendere il sito identificabile e perimetrabile.

La necessità della prevista tracciabilità dei flussi di materia guida la decodifica di questi siti in modo tale da garantire, per tutta l'opera, l'univocità del codice del sito identificato.

Questa soluzione, pur richiedendo un notevole sforzo di pianificazione e coordinamento delle attività operative, consentirà l'immediata tracciabilità del flusso di materia che si determinerà durante le operazioni di realizzazione dell'opera.

Il risultato che si intende raggiungere è:

- ✓ Scalabilità e piena integrazione dell'elenco per eventuali nuovi siti che si dovessero realizzare (previa richiesta di modifica del PUT da sottoporre agli Enti di controllo);
- ✓ Chiarezza nella tracciabilità;
- ✓ Corrispondenza tra terre movimentate e referti analitici di verifica e controllo eventualmente prodotti;
- ✓ Gestione informatizzata dei flussi generati.

Questa logica di decodifica permetterà di associare ad una WBS siti di diversa tipologia (Produzione, deposito o Riutilizzo) permettendo al contempo di avere una immediata visibilità generale.

Relativamente ai siti (di produzione e utilizzo) associati alle gallerie, si evidenzia che, come previsto dal D.M. 120/2017, si prevede l'ubicazione delle verticali di campionamento con cadenza pari a 500m a cui si aggiungono i prelievi di inizio scavo su entrambi i fronti, in corrispondenza delle quali condurre la caratterizzazione dei materiali. Anche la decodifica dei siti di Produzione e Utilizzo sarà perfezionata associando al codice precedentemente descritto anche le progressive chilometriche di avanzamento così da garantire nuovamente la piena tracciabilità delle terre e rocce da scavo.

Il quadro normativo di riferimento, richiede che per tutte le aree coinvolte dalle attività di gestione delle terre e rocce di scavo sia identificata la relativa destinazione d'uso urbanistica.

Tale esigenza nasce dalla necessità di verificare la compatibilità ambientale dei materiali prodotti in corrispondenza dei siti di produzione rispetto alle aree di successivo riutilizzo.

Tutte le aree interessate dal tracciato della futura opera viaria si caratterizzano quindi per una destinazione d'uso prevalentemente di tipo agricolo e verde pubblico. Tale condizione indica che i limiti da adottare per la matrice terreno sono quelli riportati in colonna "A", tabella 1 allegato 5 del Titolo IV al D.l.g.s. 152/2006. Nell'ambito dei progetti di mitigazione ambientale, gli interventi avranno destinazione a verde pubblico, in quanto aree di compensazione da restituire poi al territorio. Tale condizione indica che i limiti da adottare per la matrice terreno sono quelli riportati in colonna "A", tabella 1 allegato 5 del Titolo IV al D.l.g.s. 152/2006.

Le aree in cui si prevede l'allargamento in sede sono aree non urbanizzate, talvolta a destinazione d'uso agricolo, così come indicato anche dai Piani Regolatori Generali comunali dei comuni interessati dalle opere, altre volte aree ad uso esclusivamente boschivo.

L'analisi generale ha consentito di verificare che il tracciato di progetto non interferisce con nessuna area o sito potenzialmente contaminato oggi identificato o censito dagli Enti (anagrafe Regionale).

Dall'analisi del tracciato risulta infatti possibile osservare come l'intero tracciato interessi per gran parte aree non antropizzate (gallerie), prive di aree produttive (artigianali e/o industriali) e comunque aree non prossime a sito o insediamenti potenzialmente in grado di determinare condizioni di alterazione dei parametri geochimici locali.

L'assenza di interferenze del tracciato con tali settori, non ha richiesto la conduzione di specifiche attività di caratterizzazione o implementazione del pacchetto analitico ricercato sui terreni oggetto di futura movimentazione.

Risulta palese che, come previsto dal quadro normativo di riferimento, se durante le attività dovessero riconoscersi delle evidenze di cantiere tali da richiedere un ulteriore approfondimento di indagine, queste saranno prontamente concordate con gli Enti e realizzate.

Al fine di ricostruire il locale modello ambientale, sia delle aree di produzione che delle aree di riutilizzo delle terre e rocce da scavo, viene pianificata una specifica attività di caratterizzazione delle aree interessate dalle attività per la realizzazione dell'infrastruttura.

Le attività di caratterizzazione sono state pianificate con lo scopo di rispondere puntualmente alle seguenti indicazioni tecniche vincolanti;

- ✓ Corretta e significativa distribuzione dei punti di indagine lungo tutto il tracciato;
- ✓ Adeguata composizione, numero e distribuzione verticale dei campioni di terreno prelevati;
- ✓ Corretta modalità di gestione e conservazione dei campioni di terreno prelevati (catena di custodia);
- ✓ Adeguato set analitico ricercato e metodiche di analisi adottate (conformità e sensibilità della metodica rispetto alle CSC di riferimento);
- ✓ Conduzione di verifica rispetto limiti CSC di riferimento.

Il piano di caratterizzazione delle terre e rocce adottato in fase di progettazione esecutiva viene sviluppato e condotto in rispondenza alle specifiche tecniche di cui al DPR 13 giugno 2017, n°120, provvedendo al confronto dei risultati con i limiti tabellari indicati dalla legge.

Scopo dell'attività di caratterizzazione è quello di:

- ✓ Verificare la qualità delle terre e rocce oggetto di futuro scavo;

- ✓ Verificare la qualità ambientale dei settori in cui si prevede il riutilizzo delle terre e rocce movimentate.

Dovendo caratterizzare le aree poste in corrispondenza del settore lungo il quale dovranno essere realizzati gli interventi per la costruzione di un'opera viaria (opera infrastrutturale lineare), è stato adottato un piano di campionamento con verticali di prelievo distribuite con passo circa 500 m. Il piano è integrato dalle verticali di campionamento definite di "inizio scavo", posizionate in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie naturali Picchiarella e Casa Castalda.

Sulla base di questo calcolo e di ulteriori valutazioni puntuali sulle aree oggetto di attività di scavo e riporto sono state localizzate le verticali di indagine. I campionamenti devono tenere in considerazione i profili di scavo in modo da determinare la profondità di prelievo e la quantità di aliquote da prelevare. Per il dettaglio quali-quantitativo delle indagini condotte si rimanda al piano di utilizzo suddetto.

Riguardo alla caratterizzazione ambientale, oltre alle aree direttamente associate al tracciato stradale, dovranno essere caratterizzati anche i settori legati alle aree e viabilità di cantiere previste dalla cantierizzazione esecutiva. Per queste aree, infatti, pur non prevedendo la realizzazione di opere, è prevista la movimentazione del terreno vegetale presente, il suo deposito al perimetro delle aree per poi, al termine delle lavorazioni, essere nuovamente ricollocato in sito.

Questa movimentazione, trattandosi di "scavo" e "riutilizzo" richiede l'adozione della gestione terre e rocce prevista dal DPR 120/2017. Questa integrazione di indagine approfondimento guiderà alla definizione di una maglia di caratterizzazione in corrispondenza delle aree di cantierizzazione previste per la realizzazione delle opere.

Per queste aree, dovendo gestire solo il terreno superficiale movimentato, per ciascuna verticale di indagine sarà prelevato ed analizzato un solo campione di terreno.

Per le aree interessate dalla realizzazione delle aree di cantiere si applica il metodo di calcolo per stabilire la maglia di campionamento è di tipo areale (inferiore a 2.500 mq minimo 3 punti di prelievo, tra 2.500 e 10.000 mq 3 prelievi + 1 ogni 2.500mq, oltre i 10.000 mq 7 prelievi + 1 prelievo ogni 5.000 mq eccedenti).

Per quanto riguarda invece la viabilità di cantiere trattandosi di elementi lineari si manterrà un criterio di campionamento di tipo lineare e si condurrà un prelievo ogni 500 mt lineari.

Le operazioni di caratterizzazione saranno svolte in corso d'opera in quanto attualmente le aree di cantiere non sono completamente nella disponibilità della stazione appaltante.

Nel seguito le azioni di competenza.

### Campionamento aree di tracciato (asse stradale e svincoli)

La caratterizzazione ambientale sulle terre e rocce da scavo viene eseguita mediante realizzazione di pozzetti esplorativi ed in subordine, lì dove le profondità non consentono l'esecuzione di pozzetti, anche mediante sondaggi a carotaggio continuo (viene valutato anche l'attrezzaggio a piezometro).

In ottemperanza con le indicazioni tecniche contenute nel quadro normativo di riferimento per ciascun punto di indagine si è previsto il prelievo di 3 campioni di terreno distribuiti secondo il seguente schema:

- ✓ Campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- ✓ Campione 2: nella zona di fondo scavo;
- ✓ Campione 3: nella zona intermedia tra le due.

### Modalità di prelievo e gestione dei campioni

I campioni di terreno devono essere prelevati adottando le corrette modalità di prelievo volte a non alterare le caratteristiche organolettiche dei terreni campionati ed evitare allo stesso momento dannosi fenomeni di cross contamination.

Le operazioni di prelievo dei campioni sono state compiute evitando la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale campionata.

Durante tutta la filiera di spedizione i campioni saranno gestiti garantendo il loro mantenimento ad una temperatura non superiore a 4°C così da non determinare una perdita degli eventuali composti più volatili presenti nella matrice campionata.

Come previsto dal quadro normativo di riferimento, le determinazioni analitiche di laboratorio vengono condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. Le concentrazioni del campione è quindi determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

La campagna di indagine dovrà indagare tutti i settori accessibili al momento dell'indagine ed interessati dalle future attività per la realizzazione delle opere e dunque sia i settori ove si prevede la produzione delle terre e rocce (trincea) che dei settori in corrispondenza dei quali è previsto il riutilizzo delle stesse (rilevato) nonché le aree di cantiere (movimentazione del terreno vegetale superficiale).

In sintesi le operazioni da condurre per campione puntuale sono le seguenti:

- ✓ esecuzione sondaggi (trincea o carotaggio);
- ✓ prelievo di n incrementi dai fianchi della trincea, dal cumulo o dalla carota;
- ✓ setacciatura <2 cm;
- ✓ omogeneizzazione (miscelazione);

- ✓ quartatura;
- ✓ formazione campione (500 gr c.a.);
- ✓ etichettatura campione;
- ✓ redazione documentazione.

Il set di parametri analitici da ricercare è corrispondente al set indicato in allegato 4 al D.P.R. 120/2017.

L'analisi del contesto urbanistico di inserimento delle opere non ha evidenziato la presenza di condizioni antropiche tali da determinare condizioni di criticità ambientale. In linea con quanto previsto dal riferimento normativo adottato, su tutti i campioni di terreno vengono quindi ricercati i parametri analitici di cui alla tabella seguente.

In merito alla ricerca dei parametri IPA e BTEX si è adottato quanto espressamente indicato nell'allegato 4 al D.P.R. 120/2017.

Tabella 1 - Panel analitico adottato per la caratterizzazione ambientale di terre da scavo

Analita	Metodo analitico
Analita	Metodo
Umidità 105°	DM 13/09/1999 GU SO n° 248 del 21/10/1999 all. II part. 2
Granulometria	DM 21/03/2005 SO n° 79 del 06/04/ 2005 met.I.2
Antimonio	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Arsenico	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Piombo	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Cadmio	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Cobalto	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Cromo Totale	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Cromo VI	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Mercurio	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Nichel	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Rame	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Zinco	EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2007
Amianto	DM 06/09/94 allegato 1B
Idrocarburi C>12	UNI EN 14039
Idrocarburi C<12	UNI EN 14039

<b>BTEX</b>	
Benzene	PA 5021A 2003 + EPA 8260 C 2006
Etilbenzene	EPA 5021A 2003 + EPA 8260 C 2006
Stirene	EPA 5021A 2003 + EPA 8260 C 2006
Toluene	EPA 5021A 2003 + EPA 8260 C 2006
Xilene	EPA 5021A 2003 + EPA 8260 C 2006
Composti aromatici totali	EPA 5021A 2003 + EPA 8260 C 2006
<b>IPA</b>	
Benzo(a)antracene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Benzo(a)pirene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Benzo(b)fluorantene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Benzo(k)fluorantene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Benzo(g,h,i)terilene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Crisene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Dibenzo(a,e)pirene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Dibenzo(a,l)pirene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Dibenzo(a,h)pirene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Indenopirene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
Pirene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007
<b>IPA TOTALI</b>	<b>EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 D 2007</b>

Tutti i saggi posti in aree alle quali non è possibile accedere o per le quali non è garantita la disponibilità ovvero nei casi in cui non fosse sostenibile l'indagine dal punto di vista tecnico-economico (vedi gallerie con ricoprimenti dell'ordine di molte decine di metri) dovranno essere condotti nella attività di indagine integrativa in corso d'opera.

Come già anticipato nel paragrafo precedente, per tutti i settori a sviluppo lineare (viabilità di cantiere) si adotterà una maglia di campionamento con passo 500 mt mentre per tutte le aree ed i settori ad estensione areale quali aree di cantiere ed aree deposito terre si procederà alla realizzazione delle verticali di indagine definite in base al criterio areale (estensione) così come indicato in allegato 2 al D.P.R. 120/2017.

Tra le attività integrative previste c'è anche quella di campionamento delle terre provenienti dalle gallerie.

In questo caso la difficoltà di accessibilità dei luoghi per la realizzazione di sondaggi e i ricoprimenti molto significativi hanno impedito di eseguire campagne di indagini in asse galleria.

Il posizionamento delle verticali di prelievo è stato deciso sulla base del criterio lineare anzidetto nonché sulla base di evidenze progettuali che rendevano particolarmente significativa l'indagine in taluni contesti ma la scelta di una maglia con passo 500 metri ha determinato la necessità di prevedere in corso d'opera ulteriori attività di prelievo che coprissero attività di scavo di carattere "locale" pur se altrettanto importanti dal punto di vista della caratterizzazione viste le diverse profondità di scavo previste: è il caso delle terre e rocce provenienti dalle attività di realizzazione delle fondazioni di spalle e pile dei viadotti, tale fattispecie progettuale prevede infatti la realizzazione di pali a diverse profondità che determineranno la produzione di importanti quantità di volumi di scavo che in corso d'opera dovranno essere abbancati per la preventiva caratterizzazione prima del successivo eventuale riutilizzo.

Le attività di caratterizzazione integrative saranno quindi condotte secondo le modalità di seguito indicate.

Saggi ubicati in corrispondenza della viabilità di cantiere da restituire al verde al termine delle lavorazioni (passo 500 mt).

Questi tracciati sono da caratterizzare solo relativamente ai terreni superficiali in quanto la preparazione della viabilità prevede la rimozione dei primi 0,5 m di terreno poi ricollocato in sito al termine delle lavorazioni

- ✓ Lungo il tracciato della pista - massima profondità di indagine; 0,5 m
  - 1 campione nel primo metro (0,5 m);

Saggi ubicati in corrispondenza delle aree di cantiere e aree di deposito temporaneo terre (maglia regolare quadrata).

Queste aree sono da caratterizzare solo relativamente ai terreni superficiali in quanto la loro preparazione prevede la rimozione dei primi 0,5 m di terreno (organico) poi ricollocato in sito al termine delle lavorazioni. Il materiale sarà collocato al perimetro di ciascuna area.

- ✓ Per tutta l'estensione dell'area - massima profondità di indagine; 0,5 m
  - 1 campione nel primo metro (0,5 m);

#### Gestione delle eventuali condizioni di anomalia

Come previsto dal quadro normativo di riferimento nel momento in cui, durante le attività di cantiere si dovessero riconoscere condizioni tali da indicare la necessità di nuovi campionamenti di terreno (attività integrativa di caratterizzazione) si procederà alla loro immediata realizzazione e relativo prelievo dei campioni di terreno. Nel

momento in cui, durante le attività di cantiere, si dovessero rinvenire materiali di riporto, gli stessi saranno caratterizzati secondo la metodologia individuata negli allegati 2 e 4 del D.P.R. 120/2017

In linea con quanto previsto con il quadro normativo di riferimento, le attività di caratterizzazione integrativa in corso d'opera, saranno condotte adottando le stesse metodiche di scavo, composizione e gestione campioni ed analisi chimiche adottate nella caratterizzazione preliminare a supporto del presente PUT. Le analisi chimiche, realizzate nel rispetto delle specifiche tecniche indicate in allegato 4 al D.P.R. 120/2017, saranno condotte impiegando metodiche riconosciute ed approvate e comunque tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite adottate.

Il riconoscimento di eventuali condizioni di superamento dei limiti di riferimento, determinerà l'adozione di procedure gestionali secondo le modalità previste per la gestione dei rifiuti e per il superamento dei limiti normativi di riferimento (con attivazione della procedura di cui all'art. 242 D.Lgs 152/2006).

In merito alla verifica delle condizioni per il riutilizzo degli orizzonti costituiti da materiale di riporto (orizzonti stratigrafici costituiti per lo più da una miscela eterogenea di terreno naturale e di materiali di origine antropica in percentuale non superiore al 20%) si dovrà procedere alla conduzione di operazioni di campionamento ed analisi dei materiali da movimentare.

In linea con l'approccio metodologico indicato in allegato 4 al D.P.R. 120/2017, si procederà alla composizione di 1 campione da sottoporre ad analisi ogni 3.000 mc di materiale da movimentare e comunque non meno di 3 campioni per ogni orizzonte stratigrafico a caratteristiche omogenee.

Sul campione si procederà a condurre le determinazioni analitiche "tal quale" indicate in allegato al citato decreto ed in linea con quanto ad oggi realizzato con le attività di caratterizzazione delle terre e rocce da gestire.

Il Presente PMA sarà dunque lo strumento attraverso cui, parallelamente al complesso ed articolato sistema di gestione e controllo delle terre e rocce che verrà implementato attraverso le risultanze provenienti dal cantiere, si provvederà a consuntivare e trasmettere in maniera sintetica, leggibile ed esaustiva l'attività di gestione delle terre e rocce da scavo.

A questo fine il presente PMA sul tema delle Terre e rocce da scavo prevede l'emissione periodica di un bollettino che consuntiva tutte le avvenute e formalmente trasmesse attività di movimento terra dalle aree di produzione alle aree di utilizzo o eventualmente alle aree di deposito intermedio, le risultanze di tutte le attività di



**Direzione Progettazione e  
Realizzazione Lavori**

S.S. 318 DI VALFABBRICA

Tratto Valfabbrica-Schifanoia - Interventi di completamento dal Km 16+224 al Km 19+354

Lotto 5: 1° stralcio parte B: raddoppio galleria Picchiarella e viadotto Tre Vescovi

2° stralcio: raddoppio galleria Casacastalda e viadotto Calvario

**PROGETTO ESECUTIVO**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

campionamento e caratterizzazione chimico-fisica delle terre e dunque l'attestazione dell'idoneità alla loro movimentazione e destinazione d'uso.

MANDATARIA



MANDANTE



**GEOTECHNICAL  
DESIGN GROUP**



**ICARIA**  
società di ingegneria

277 di 277