



## **Autostrada SALERNO-REGGIO CALABRIA**

**LAVORI DI AMMODERNAMENTO ED ADEGUAMENTO  
AL TIPO 1A DELLE NORME CNR/80  
DAL KM 423+300 (SVINCOLO DI SCILLA INSCLUSO)  
AL KM 442+920**

**INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE, RIPRISTINO E COMPENSAZIONE  
MONITORAGGIO AMBIENTALE  
Relazione Generale**

**SOMMARIO**

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>7</b>
<b>1. <i>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</i>.....</b>	<b>7</b>
1.1 <i>RUMORE</i> .....	8
1.2 <i>SUOLO</i> .....	9
1.3 <i>AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE</i> .....	12
1.4 <i>AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO</i> .....	15
1.5 <i>VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA</i> .....	17
1.6 <i>ATMOSFERA</i> .....	18
1.7 <i>PAESAGGIO</i> .....	19
<b>2. <i>STUDI AMBIENTALI SVOLTI PRELIMINARMENTE AL PIANO DI MONITORAGGIO ED EVENTUALI RISULTATI DI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO PREESISTENTI</i> .....</b>	<b>20</b>
2.1 <i>RUMORE</i> .....	20
2.2 <i>SUOLO</i> .....	24
2.3 <i>AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE</i> .....	25
2.4 <i>AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO</i> .....	28
2.5 <i>VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA</i> .....	29
<b>3. <i>ESPOSIZIONE DEGLI OBIETTIVI E DEI REQUISITI DEL MONITORAGGIO</i> .....</b>	<b>30</b>
<b>4. <i>CRITERI METODOLOGICI ADOTTATI</i> .....</b>	<b>30</b>
4.1 <i>RUMORE</i> .....	30
4.2 <i>SUOLO</i> .....	33

4.2.1	<i>Perdita o diminuzione di sostanza organica e di biodiversità</i> .....	37
4.2.2	<i>Contaminazione</i> .....	38
4.2.3	<i>Compattazione ed erosione</i> .....	39
4.2.4	<i>Cementificazione</i> .....	40
4.2.5	<i>Salinazione e sodicizzazione</i> .....	40
4.2.6	<i>Rischi idrogeologici</i> .....	41
4.3	<b>AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE</b> .....	42
4.4	<b>AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO</b> .....	45
4.4.1	<i>Misura e monitoraggio della qualità della risorsa idrica sotterranea ( misure idrologiche)</i> .....	45
4.4.2	<i>Misura e monitoraggio della qualità della risorsa idrica sotterranea ( misure fisico-chimico-batteriologiche)</i> .....	48
4.5	<b>VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA</b> .....	52
4.5.1	<i>Fauna</i> .....	52
4.5.2	<i>Vegetazione e flora</i> .....	54
4.6	<b>ATMOSFERA</b> .....	54
4.7	<b>PAESAGGIO</b> .....	61
4.8	<b>STATO FISICO DEI LUOGHI</b> .....	62
4.9	<b>AMBIENTE SOCIALE</b> .....	63
4.10	<b>RADIAZIONI IONIZZANTI E NON</b> .....	65
	<b>5. CRITERI DI SCELTA DELLE POSTAZIONI DI MISURA IN FUNZIONE DEGLI IMPATTI</b> .....	66
5.1	<b>RUMORE</b> .....	66

5.2	SUOLO .....	66
5.3	AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE .....	68
5.4	AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO .....	68
5.5	VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA .....	69
5.5.1	Fauna.....	69
5.5.2	Vegetazione e flora.....	69
5.6	ATMOSFERA .....	70
5.7	PAESAGGIO .....	70
<b>6.</b>	<b>ARTICOLAZIONE ED ESTENSIONE TEMPORALE DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>72</b>
6.1	RUMORE .....	72
6.1.1	La modellazione acustica ed il monitoraggio .....	74
6.2	SUOLO .....	74
6.3	AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE .....	76
6.4	AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO .....	76
6.5	VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA .....	76
6.6	ATMOSFERA .....	77
6.7	PAESAGGIO.....	77
6.8	STATO FISICO DEI LUOGHI.....	81
6.8.1	Stato fisico dei luoghi, aree di cantiere e viabilità' .....	81
6.8.2	Rifiuti.....	82
6.8.3	Rocce e terre da scavo.....	83
6.9	AMBIENTE SOCIALE.....	83

6.10	RADIAZIONI IONIZZANTI E NON.....	84
<b>7. POSIZIONI DI MONITORAGGIO DISTINTE PER FASI DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA .....</b>		<b>84</b>
7.1	RUMORE .....	84
7.2	SUOLO .....	85
7.3	AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE .....	85
7.4	AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO .....	86
7.5	VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA .....	86
7.6	ATMOSFERA .....	86
7.7	RADIAZIONI IONIZZANTI E NON.....	87
<b>8 CRONOPROGRAMMA DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....</b>		<b>87</b>
<b>9 SISTEMI INFORMATICI DA UTILIZZARE PER L'ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI .....</b>		<b>89</b>
<b>10 METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ AMBIENTALE .....</b>		<b>89</b>
<b>11 CRITERI DI CONTROLLO DELLA QUALITÀ DI MONITORAGGIO.....</b>		<b>89</b>
11.1	GENERAZIONE DI DATI CON QUALITÀ NOTA – DEFINITA.....	89
11.2	QUALITÀ ANALITICA NOTA – DEFINITA.....	90
11.3	ACCREDITAMENTO E DATI SCIENTIFICAMENTE DIFENDIBILI.....	91
11.4	GESTIONE DELLA QUALITÀ DEI DATI.....	91
11.4.1	Pianificazione.....	92
11.4.2	Realizzazione.....	99
11.4.3	Controllo.....	99

**12 PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITÀ E PREVISIONE DI EVENTUALI  
ACCERTAMENTI STRAORDINARI .....100**

## INTRODUZIONE

Il Piano di Monitoraggio Ambientale si riferisce ai lotti dell'Autostrada SA-RC (A3) con inizio dal km 423+300 (svincolo di Scilla incluso) al km 442+920, di circa 20 Km, ubicati all'interno della Regione Calabria ed identificati rispettivamente:

DG 40 dal Km 423,3 al Km 426,9

DG 41 dal Km 423,3 al Km 429,9

DG 42 dal Km 426,9 al Km 436,9

DG 43 dal Km 436,9 al Km 442,9

I lavori consistono nell'ammodernamento ed adeguamento al tipo 1° delle Norme CNR/80 dal Km 423+300 (svincolo di Scilla incluso) al Km 442+920.

I tratti autostradali in esame si sviluppano secondo la direttrice NE-SW parallelamente alla linea di costa, nel tratto a monte delle località Marina di S. Gregorio, Capo Paci e Porticello, fino a giungere all'area metropolitana della città di Reggio Calabria. Il tracciato autostradale, di interesse nel Piano di Monitoraggio in oggetto, ha pertanto inizio dallo svincolo di Scilla (incluso) e procede con una serie di viadotti e gallerie sino alla progressiva km 442+920, appena fuori l'area della città di Reggio Calabria.

## 1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nel presente studio viene analizzato l'impatto dell'infrastruttura proposto sulle componenti ambientali interessate.

Relativamente all'iter autorizzativo, la legge 24 novembre 2000, n.340, "Disposizioni per la delegiferazione di norme e per la semplificazione di procedimenti amministrativi – Legge di semplificazione 1999". *"Il soggetto richiedente l'autorizzazione, contemporaneamente alla presentazione del progetto preliminare di cui al comma 1, presenta al Ministero dell'ambiente uno studio di impatto ambientale attestante la conformità del progetto medesimo alla vigente normativa in materia di ambiente. ai soli fini del rilascio della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) alle opere di cui al presente articolo si applicano le disposizioni di cui alla legge 8 luglio 1986, n.349 e al DPCM 10 agosto 1988 n.377 e successive modificazioni."*

Pertanto anche secondo la citata legge è previsto che per l'infrastruttura sia predisposto lo studio di impatto ambientale secondo la esistente normativa applicata a tutti gli altri impianti industriali e opere civili.

Tali procedure derivano dagli indirizzi contenuti nelle direttive comunitarie in materia di seguito richiamati. In ambito europeo è stata approvata il 27 giugno 1985 la direttiva comunitaria 85/337/CEE concernente la "Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.) di determinati progetti pubblici e privati", modificata ed integrata dalla direttiva 97/11/CE del 3 marzo 1997.

I principali atti legislativi emanati al riguardo sono i seguenti:

## 1.1. RUMORE

Alla data odierna, la legislazione nazionale relativa alla determinazione dei livelli di pressione sonora ammissibili e per la valutazione del disturbo dovuto al traffico veicolare, derivante dalla emanazione della Legge Quadro 447/95, è rappresentata dalle norme sotto elencate.

Alla normativa nazionale si affianca la normativa europea, emanata attraverso Direttive della Commissione e del Parlamento Europeo, recepite, con lo strumento del Decreto Legislativo, dal nostro Governo.

Per quanto concerne la determinazione del fastidio prodotto dalle vibrazioni e per l'indagine degli eventuali stress strutturali degli edifici, si fa riferimento alle norme UNI elencate nel seguito.

1. **Legge Quadro sull'inquinamento acustico 26 ottobre 1995, n° 447** . Principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico. Disciplina tutte le emissioni sonore prodotte da sorgenti fisse e mobili.
2. **DPCM 14/11/1997**. Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore in attuazione dell'art. 3, comma 1, lett. a), L. n° 447/1995.
3. **DM 16 marzo 1998**. Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
4. **Legge 9 dicembre 1998 n° 426**. Nuovi interventi in campo ambientale
5. **D.Lgs. 19 novembre 1999, n° 528**. Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n° 494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili.
6. **D. M. 29 novembre 2000**. Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
7. **Legge 23 marzo 2001, n° 9**. Disposizioni in campo ambientale
8. **Legge 31 luglio 2002, n° 179**. Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
9. **DMA 23 novembre 2001**. Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
10. **Legge 31 ottobre 2003, n° 306**. Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee. Legge comunitaria 2003. – ART. 14. (Delega al Governo per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni comunitarie in materia di tutela dall'inquinamento acustico)

11. **Decreto del Presidente della Repubblica 30 Marzo 2004, n° 142.** Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447
12. **Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 1 aprile 2004.** Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale
13. **Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e Consiglio, del 25/06/2002.** Direttiva relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale
14. **Raccomandazione 2003/613/CE del 6 agosto 2003 – Commissione.** Linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità [notificata con il numero C(2003) 2807] (Testo rilevante ai fini del SEE)
15. **Norma UNI 9614.** Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di salvezza del disturbo
16. **Norma UNI 9916.** Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici

## 1.2. SUOLO

Nell'ambito della valutazione d'impatto ambientale il **DPCM 377/88** e il **DPCM del 27.12.1988** definiscono criteri e disposizioni che prevedono la definizione della *"criticità degli equilibri esistenti, la prevedibile evoluzione delle interazioni, gli approfondimenti di indagine necessari e le reti di monitoraggio ambientale"*.

Per quanto concerne la geologia, essa è parte della componente "suolo e sottosuolo" che viene analizzata "sotto il profilo geologico e geomorfologico" per evidenziare le modifiche che l'opera in progetto può apportare alla "evoluzione dei processi dinamici esogeni ed endogeni". Nel dettaglio la normativa prescrive una analisi che consente nello sviluppo dei seguenti punti:

- caratterizzazione geologica, strutturale, sismica e dei fenomeni vulcanici eventualmente presenti;
- caratterizzazione dei processi geomorfologici e, in particolare, dei "fenomeni di erosione-sedimentazione, dei movimenti in massa e delle tendenze evolutive dei versanti";
- caratterizzazione geotecnica dei terreni e delle rocce.

In base a questi dati deve essere definito il rischio geologico che viene distinto in franoso, sismico e vulcanico. Si sottolinea, infine, che la normativa nel caso delle infrastrutture lineari di trasporto devono essere stimati gli effetti connessi "alle modifiche delle caratteristiche geomorfologiche del suolo e del sottosuolo" indotte dall'opera.

Importanti prescrizioni per il monitoraggio della componente suolo vengono dalla **Legge Quadro n° 109/94** sui lavori pubblici e nel successivo **Decreto n° 101/95**, coordinato con la **Legge 216/95 "Norme urgenti in materia di lavori pubblici"**. In particolare nella legge è previsto

che nel progetto definitivo vengano acquisiti gli elementi conoscitivi dell'ambiente geologico, facendo riferimento a quanto indicato nella relazione geologica, geotecnica e sismica, redatta in base alle indagini "di tipo geognostico e sismico" specificatamente prescritto. A questo proposito, qualora i dati forniti dalla relazione di progetto risultino incompleti per la caratterizzazione geologica del territorio in cui verrà realizzata l'opera, in ambito di VIA deve essere prescritto il Piano di Monitoraggio e quindi specifiche indagini che integrino le conoscenze stesse.

Ancora nel DM n° 47/88 sono ulteriormente specificati i contenuti degli studi geologici. La relazione geotecnica deve contenere il programma delle indagini finalizzate alla caratterizzazione del sottosuolo dal punto di vista fisico e meccanico, i risultati dei calcoli geotecnica; nel caso delle grandi opere, come quelle autostradali, deve inoltre essere previsto un "controllo del comportamento dell'opera durante e dopo la costruzione mediante osservazioni e misure".

La **Legge 183/89** "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" e le successive modifiche ed integrazioni operative, costituiscono un'importante legge quadro in materia. Rispetto al contesto della componente suolo, tale normativa si pone come obiettivo la difesa del suolo mediante attività di pianificazione, programmazione e attuazione nell'ambito, in particolare, della sistemazione dei bacini e dei versanti, del contenimento della subsidenza e della protezione delle coste.

In riferimento alle problematiche di dissesto, nel **DM del 14/02/1997** "Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione, da parte delle regioni, delle aree a rischio idrogeologico" il rischio idrogeologico è indicato come "una grandezza che mette in relazione la pericolosità intrinseca di un territorio che lo rende vulnerabile a fenomeni di dissesto e la presenza sul territorio di insediamenti urbani, industriali, infrastrutture, beni storici, artistici, ambientali, ecc"; esso corrisponde al prodotto della vulnerabilità o pericolosità del territorio per la vulnerabilità e il valore degli insediamenti a rischio.

La legislazione italiana ha preso in considerazione il suolo per aspetti legati alla gestione dei composti (Deliberazione del Comitato interministeriale del 27/07/1984, concernente lo smaltimento dei rifiuti) e dei fanghi di depurazione in agricoltura (D.Lgs. 27/01/1992 n°99: attuazione della direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura). Sono stati inoltre stabiliti i metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (DM 11.05.1992 n°79 del Ministero Agricoltura e Foreste: Approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo).

Normative di riferimento sono anche i seguenti atti comunitari, nazionali e regionali:

1. **Direttiva 76/160/CEE** (qualità delle acque di balneazione)
2. **Direttiva 76/464/CEE** (inquinamento provocato da alcune sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico)

3. **Direttiva 78/659/CEE** (qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci)
4. **Direttiva 83/98/CEE** (qualità delle acque destinate al consumo umano)
5. **Direttiva 91/271/CEE** (trattamento delle acque reflue urbane)
6. **Direttiva 91/676/CEE** (protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole)
7. **Direttiva 2000/60/CEE del 23 ottobre 2000** (direttiva quadro per l'azione comunitaria in materia di acque)
8. **Regolamento CE n.1260/1999** e seguenti (disciplina dell'intervento dei fondi strutturali comunitari per la programmazione 2000/2006)
9. **Regolamento CE n.1685/2000** (norme di attuazione del regolamento CE 1260/99, per la parte riguardante l'ammissibilità delle spese)
10. **Regolamento CE n.2001/37/03** (disciplina comunitaria degli aiuti di Stato per la tutela dell'ambiente)
11. **Regolamenti CE n.438/2001 e CE n.448/2001** (norme di attuazione del regolamento CE 1260/99, per la parte relativa ai sistemi di gestione e di controllo)
12. **Legge 18 maggio 1989 n. 183** (norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo)
13. **Legge 7 agosto 1990, n. 241** e successive modificazioni e integrazioni (norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi)
14. **Legge 19 febbraio 1992, n. 142**
15. **Legge 5 gennaio 1994, n.36** e successive modificazioni e integrazioni (riorganizzazione dei servizi idrici)
16. **Legge 11 febbraio 1994 n.109** (legge quadro in materia di lavori pubblici e successive modifiche ed integrazioni)
17. **Decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152** (disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE e della Direttiva 91/676/CEE come modificato e integrato dal Decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258)
18. **Decreto legislativo 2 febbraio 2001, n.31** (attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano)
19. **Legge 28 dicembre 2001 n.448** (Legge finanziaria 2002) ed in particolare l'articolo 35, relativo alle norme in materia di servizi pubblici locali
20. **Decreto legislativo 267/2000** (Testo unico degli Enti Locali, così come modificato dall'art.35 della Legge 28 dicembre 2001 n.448 - Legge finanziaria 2002)
21. **Legge 31 luglio 2002 n.179** (disposizioni in materia ambientale)
22. **Decreto legislativo 31/2001** (attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano)

23. **Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982, n. 470** (fissa i requisiti chimici, fisici, microbiologici e biologici per l'idoneità delle acque alla balneazione)
24. **Legge n.979 del 31 dicembre 1982** (disposizioni per la difesa del mare)
25. **Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.236** (attuazione della Direttiva comunitaria 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'articolo 15 della Legge 16 aprile 1987, n.183)
26. **Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 1 agosto 1996** (regole per la determinazione del metodo normalizzato per la determinazione delle tariffe del Servizio Idrico Integrato ai sensi della Legge 5 gennaio 1994 n.36)
27. **Legge Regione Calabria n.10 del 09/10/1997** Norme in materia di valorizzazione e razionale utilizzazione delle risorse idriche e di tutela delle acque dall'inquinamento. Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali per la gestione del Servizio idrico integrato.
28. **Legge Regione Calabria n.35 del 29/11/1996** "Costituzione dell'Autorità di Bacino Regionale in attuazione della L. 18/05/1989 n.183 e successive modifiche ed integrazioni.
29. **Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Calabria** adottato dall'Autorità di Bacino Regionale in data 29/10/2001 ed approvato dal Consiglio Regionale il 28.12.2001.

### 1.3. AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

Il quadro normativo di riferimento è quello attinente alla VIA (Valutazione d'impatto ambientale), ai lavori pubblici, alla difesa del suolo e alla regimazione delle acque.

In relazione alla Valutazione d'impatto ambientale, nell'**allegato I del DPCM del 27/12/88**, sono distinte nove componenti mediante le quali analizzare le possibili interazioni con il sistema ambientale; in esso, contrariamente a quanto indicato nell'allegato II, è specificato che la componente "Ambiente Idrico" si riferisce sia alle acque superficiali che a quelle sotterranee. Pertanto le prescrizioni per tale ambiente determinano le basi e gli obiettivi del monitoraggio. I riferimenti all'idrogeologia sono invece compresi nella componente "Suolo e Sottosuolo": in quest'ultima, infatti, oltre alla caratterizzazione geolitologica, geostrutturale, geomorfologia, geotecnica, pedologica e geochimica (quest'ultima riferita sia alle fasi solide che alle acque), è prevista la *"caratterizzazione idrogeologica dell'area con particolare riguardo per l'infiltrazione e la circolazione delle acque nel sottosuolo, la presenza di falde idriche sotterranee e relative emergenze (sorgenti e pozzi), la vulnerabilità degli acquiferi."*

Si sottolinea infine che, nella parte relativa alle diverse categorie di opere, è specificato che per le infrastrutture di trasporto è importante *"descrivere e stimare gli effetti connessi all'eventuale variazione di regime delle acque superficiali e, qualora intercettate, delle acque profonde."*

Il **DPR del 12/04/1996**, concernente disposizioni in materia di VIA, inserisce nell'elenco delle tipologie progettuali da assoggettare a monitoraggio e a studio di compatibilità le strade

extraurbane secondarie, le strade urbane di scorrimento e le linee ferroviarie. In riferimento alla componente in oggetto, è indicato che la procedura di VIA deve assicurare che per ciascun progetto siano valutati gli effetti diretti e indiretti sulle acque superficiali e sulle acque sotterranee.

La normativa sui lavori pubblici, precisamente la Legge 109/94, per quanto concerne gli studi geologici, specifica che a livello di progetto definitivo deve essere redatta una *relazione idrologica*, mentre la fase esecutiva comprende *indagini idrologiche*.

In relazione alla difesa del suolo, nel **DM 47 dell'11/03/88** è specificato che, mentre a livello di progetto preliminare le informazioni e i dati geologico-tecnici possono essere dedotti dalla letteratura, a livello di progetto definitivo devono essere effettuate accurate indagini geologiche e geotecniche (tra cui il rilievo delle falde acquifere): queste vengono approfondite nella fase esecutiva al fine di caratterizzare qualitativamente e quantitativamente il sottosuolo. In tal senso il monitoraggio ante-operam, in corso d'opera e post-operam permette la concretizzazione di tale caratterizzazione ma anche il controllo dei rischi.

La **L. 183/89** (Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo) e le successive integrazioni operative e modifiche, costituisce un importante legge quadro in materia di difesa del suolo. Rispetto alla componente idrosfera, sono previste attività di pianificazione, programmazione e attuazione che riguardano anche il risanamento delle acque.

Per le acque, nella pubblicazione 75 a cura del CNR - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche (Proposta di Normativa per l'Istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee), sono indicati alcuni criteri e parametri di riferimento successivamente recepiti dalle norme emanate in materia. Per la protezione delle opere di captazione vengono individuati tre tipi di fasce di rispetto:

- assoluta, che viene delimitata in base ad un criterio geometrico;
- primaria (ristretta);
- secondaria (allargata).

La delimitazione cartografica delle ultime due si basa sul tempo di sicurezza, cioè si tiene conto della permeabilità e porosità efficace del mezzo e dello spessore dell'acquifero.

Tali fasce costituiscono allo stesso tempo uno strumento di uso del territorio, nel senso che corrispondono ad aree vincolate di cui si deve tenere conto nel contesto della pianificazione urbanistica e della gestione del territorio perché al loro interno viene individuata l'esistenza di centri di pericolo e vengono indicati gli interventi di prevenzione necessari per la tutela degli acquiferi. Nella fascia ristretta ed in quella allargata, per esempio, la realizzazione di autostrade è vietata per gli acquiferi protetti e vulnerabili. In particolare, le autostrade sono considerate centri di pericolo per il rischio di sversamenti di sostanze nocive e per la ricaduta di emissioni da traffico.

Nel **DPR 236 del 24/05/88** (Attuazione della direttiva CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano) sono previste tre aree di salvaguardia delle risorse idriche (le prime due riferite a sorgenti, pozzi e punti di presa, la terza alle aree di ricarica).

Un altro riferimento legislativo in materia di acque è il **DL 275 del 12 luglio 1993** che prevede la denuncia dei pozzi esistenti sul territorio e l'istituzione dei relativi catasti, dai quali si possono ottenere dati per l'analisi dell'ambiente idrogeologico e per la comparazione dei risultati di monitoraggio.

Ulteriori indicazioni normative derivano dalle seguente normativa di riferimento:

1. **Direttiva 76/160/CEE** (qualità delle acque di balneazione)
2. **Direttiva 76/464/CEE** (inquinamento provocato da alcune sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico)
3. **Direttiva 78/659/CEE** (qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci)
4. **Direttiva 83/98/CEE** (qualità delle acque destinate al consumo umano)
5. **Direttiva 91/271/CEE** (trattamento delle acque reflue urbane)
6. **Direttiva 91/676/CEE** (protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole)
7. **Direttiva 2000/60/CEE del 23 ottobre 2000** (direttiva quadro per l'azione comunitaria in materia di acque)
8. **Regolamento CE n.1260/1999** e seguenti (disciplina dell'intervento dei fondi strutturali comunitari per la programmazione 2000/2006)
9. **Regolamento CE n.1685/2000** (norme di attuazione del regolamento CE 1260/99, per la parte riguardante l'ammissibilità delle spese)
10. **Regolamento CE n.2001/37/03** (disciplina comunitaria degli aiuti di Stato per la tutela dell'ambiente)
11. **Regolamenti CE n.438/2001 e CE n.448/2001** (norme di attuazione del regolamento CE 1260/99, per la parte relativa ai sistemi di gestione e di controllo)
12. **Legge 18 maggio 1989 n. 183** (norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo)
13. **Legge 7 agosto 1990, n. 241** e successive modificazioni e integrazioni (norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi)
14. **Legge 5 gennaio 1994, n.36** e successive modificazioni e integrazioni (riorganizzazione dei servizi idrici)
15. **Legge 11 febbraio 1994 n.109** (legge quadro in materia di lavori pubblici e successive modifiche ed integrazioni)

16. **Decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152** (disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE e della Direttiva 91/676/CEE come modificato e integrato dal Decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258)
17. **Decreto legislativo 2 febbraio 2001, n.31** (attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano)
18. **Legge 28 dicembre 2001 n.448** (Legge finanziaria 2002) ed in particolare l'articolo 35, relativo alle norme in materia di servizi pubblici locali
19. **Decreto legislativo 267/2000** (Testo unico degli Enti Locali, così come modificato dall'art.35 della Legge 28 dicembre 2001 n.448 - Legge finanziaria 2002)
20. **Legge 31 luglio 2002 n.179** (disposizioni in materia ambientale)
21. **Decreto legislativo 31/2001** (attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano)
22. **Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982, n. 470** (fissa i requisiti chimici, fisici, microbiologici e biologici per l'idoneità delle acque alla balneazione)
23. **Legge n.979 del 31 dicembre 1982** (disposizioni per la difesa del mare)
24. **Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.236** (attuazione della Direttiva comunitaria 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'articolo 15 della Legge 16 aprile 1987, n.183)
25. **Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 1 agosto 1996** (regole per la determinazione del metodo normalizzato per la determinazione delle tariffe del Servizio Idrico Integrato ai sensi della Legge 5 gennaio 1994 n.36)
26. **Legge Regione Calabria n.10 del 09/10/1997**. Norme in materia di valorizzazione e razionale utilizzazione delle risorse idriche e di tutela delle acque dall'inquinamento. Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali per la gestione del Servizio idrico integrato
27. **Legge Regione Calabria n.35 del 29/11/1996** "Costituzione dell'Autorità di Bacino Regionale in attuazione della L. 18/05/1989 n.183 e successive modifiche ed integrazioni.
28. **Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Calabria** adottato dall'Autorità di Bacino Regionale in data 29/10/2001 ed approvato dal Consiglio Regionale il 28.12.2001.

#### 1.4. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

Le principali indicazioni normative (il quadro normativo proposto non è da considerarsi del tutto esaustivo) si riferiscono ai seguenti atti comunitari, nazionali e regionali:

1. **Direttiva 76/160/CEE** (qualità delle acque di balneazione);
2. **Direttiva 76/464/CEE** (inquinamento provocato da alcune sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico);
3. **Direttiva 78/659/CEE** (qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci);

4. **Direttiva 83/98/CEE** (qualità delle acque destinate al consumo umano);
5. **Direttiva 91/271/CEE** (trattamento delle acque reflue urbane);
6. **Direttiva 91/676/CEE** (protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole);
7. **Direttiva 2000/60/CEE del 23 ottobre 2000** (direttiva quadro per l'azione comunitaria in materia di acque);
8. **Regolamento CE n.1260/1999** e seguenti (disciplina dell'intervento dei fondi strutturali comunitari per la programmazione 2000/2006);
9. **Regolamento CE n.1685/2000** (norme di attuazione del regolamento CE 1260/99, per la parte riguardante l'ammissibilità delle spese);
10. **Regolamento CE n.2001/37/03** (disciplina comunitaria degli aiuti di Stato per la tutela dell'ambiente);
11. **Regolamenti CE n.438/2001 e CE n.448/2001** (norme di attuazione del regolamento CE 1260/99, per la parte relativa ai sistemi di gestione e di controllo);
12. **Legge 18 maggio 1989 n. 183** (norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo);
13. **Legge 7 agosto 1990, n. 241** e successive modificazioni e integrazioni (norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi);
14. **Legge 5 gennaio 1994, n.36** e successive modificazioni e integrazioni (riorganizzazione dei servizi idrici);
15. **Legge 11 febbraio 1994 n.109** (legge quadro in materia di lavori pubblici e successive modifiche ed integrazioni);
16. **Decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152** (disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE e della Direttiva 91/676/CEE come modificato e integrato dal Decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258);
17. **Decreto legislativo 2 febbraio 2001, n.31** (attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano);
18. **Legge 28 dicembre 2001 n.448** (Legge finanziaria 2002) ed in particolare l'articolo 35, relativo alle norme in materia di servizi pubblici locali;
19. **Decreto legislativo 267/2000** (Testo unico degli Enti Locali, così come modificato dall'art.35 della Legge 28 dicembre 2001 n.448 - Legge finanziaria 2002);
20. **Legge 31 luglio 2002 n.179** (disposizioni in materia ambientale);
21. **Decreto legislativo 31/2001** (attuazione della Direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano);
22. **Decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 1982, n. 470** (fissa i requisiti chimici, fisici, microbiologici e biologici per l'idoneità delle acque alla balneazione);
23. **Legge n.979 del 31 dicembre 1982** (disposizioni per la difesa del mare);

24. **Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.236** (attuazione della Direttiva comunitaria 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'articolo 15 della Legge 16 aprile 1987, n.183);
25. **Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 1 agosto 1996** (regole per la determinazione del metodo normalizzato per le determinazioni delle tariffe del Servizio Idrico Integrato ai sensi della Legge 5 gennaio 1994 n.36).
26. **Legge Regione Calabria n.10 del 09/10/1997** Norme in materia di valorizzazione e razionale utilizzazione delle risorse idriche e di tutela delle acque dall'inquinamento. Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali per la gestione del Servizio idrico integrato;
27. **Legge Regione Calabria n.35 del 29/11/1996** "Costituzione dell'Autorità di Bacino Regionale in attuazione della L. 18/05/1989 n.183 e successive modifiche ed integrazioni;
28. **Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Calabria** adottato dall'Autorità di Bacino Regionale in data 29/10/2001 ed approvato dal Consiglio Regionale il 28.12.2001.

## 1.5. VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

La complessità e la vastità dei processi di degrado degli equilibri ecologici impone normative internazionali. Le risorse del pianeta sono limitate ed è necessario indirizzare le attività umane verso modalità che rendano le prospettive di sviluppo sostenibili per l'ambiente.

1. **Convenzione di Ramsar 02/02/1971** relativa alle zone umide per la loro "funzione ecologica fondamentale" quali "habitat di una flora e di una fauna caratteristica e, in particolare, di uccelli acquatici". L'Italia vi ha dato esecuzione con il d. p. r. del 13 marzo 1976, n° 48.
2. **Convenzione di Bonn 23/06/1979** sulla protezione delle specie migratorie. Recepita in Italia con la legge del 25 gennaio 1983, n°42.
3. **Convenzione di Rio de Janeiro sulla diversità biologica**. Approvata dalla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo e sottoscritta dall'Italia il 5 giugno 1992.
4. **Convenzione di Berna 19/09/1979** sulla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale. Viene rettificata dall'Italia con la legge del 5 agosto 1981, n°503.
5. **Direttiva 79/409/Cee** relativa alla protezione dell'avifauna migratoria, con l'individuazione delle ZPS. Il recepimento della direttiva da parte dell'Italia si è avuto con la legge 157/1992.
6. **Direttiva 92/43/Cee "Habitat"** per la tutela delle biodiversità attraverso la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatica nel territorio comunitario. Contiene i criteri per l'individuazione dei SIC.
7. **Direttiva Cee 27/06/1985 n°337** modificata dalla Direttiva 97/11 Concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.
8. **Direttiva 92/43/CE del 21 maggio 1992** del Consiglio d'Europa. Relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminativi della flora e della fauna selvatiche.

9. **Direttiva 92/43/CE del 21 maggio 1992** del Consiglio d'Europa. Relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminativi della flora e della fauna selvatiche.
10. **Legge n°349/86** "E' compito del Ministero assicurare, in un quadro organico, la conservazione ed il recupero delle condizioni ambientali conformi agli interessi fondamentali della collettività ed alla qualità della vita, nonché la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale nazionale e la difesa delle risorse naturali dall'inquinamento."
11. **Legge 5 agosto 1981, n. 503.** Ratifica ed esecuzione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979.
12. **Legge 5 agosto 1981, n. 503.** Ratifica ed esecuzione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, con allegati, adottata a Berna il 19 settembre 1979

## 1.6. ATMOSFERA

La normativa vigente relativa alla qualità dell'aria ha subito negli ultimi venti anni una notevole evoluzione. Negli ultimi anni si è reso necessario armonizzare, a livello europeo, le varie normative nazionali, per cui sono state emanate alcune direttive, già recepite dal Governo Italiano, mentre altre, relative ad inquinanti specifici (arsenico, cadmio, nichel, mercurio, IPA) saranno emanate nell'immediato futuro.

Le norme relative all'inquinamento atmosferico sono riportate nel seguito.

1. **DPCM 28 Marzo 1983.** "Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria e dell'ambiente esterno".
2. **DPR 24 Maggio 1988 n. 203.** "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto da grandi impianti industriali".
3. **DM 20 Maggio 1991.** "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria"
4. **DM 20 Maggio 1991.** "Criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria"
5. **DM 6 Maggio 1992.** "Definizione del sistema finalizzato al controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio"
6. **DM 15 Aprile 1994.** "Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane"
7. **DM 25 Novembre 1994.** "Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti"
8. **DM 16 Maggio 1996.** "Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono"

9. Legge 4 Novembre 1997 n. 413. "Misure urgenti per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico da benzene"
10. **DM 21 Aprile 1999 n. 163.** "Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione"
11. **Decreto Legislativo 4 Agosto 1999 n. 351.** "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente"
12. **DM 2 aprile 2002 n° 60.** "Recepimento della Direttiva 99/30/CE concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della Direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio"
13. **Decreto 1 ottobre 2002 n° 261.** "Direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli artt. 8 e 9 del D. Lgs. N° 351/99"
14. **Decreto Legislativo 21 maggio 2004 n° 183.** "Attuazione della direttiva 2003/3/CE relativa all'ozono nell'aria"
15. **Direttiva 99/30/CE.** "Valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo"
16. **Direttiva 00/69/CE.** "Valori limite di qualità dell'aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio"
17. **Direttiva 2002/03/CE.** "Valori limite di qualità dell'aria ambiente per l'ozono"

## 1.7. PAESAGGIO

La costituzione con l'art. 9 collega aspetti paesistici con aspetti culturali (promozione dello sviluppo della cultura e tutela del patrimonio storico-artistico) in una visione dinamica, non meramente estetica ed intrinseca ma di tutela complessiva dei valori naturali in uno con quelli consolidati dalle testimonianze di civiltà. Organo predisposto è il Ministero dei Beni Culturali e Ambientali istituito con legge n.5/75 per separazione dal Min. della Pubblica Istruzione.

In Italia la tutela ed il controllo del paesaggio si basa sulle leggi:

1. legge n. 1089 del '39;
2. legge n. 1497 del '39;
3. legge n. 431 dell' '85;

Secondo la classificazione di queste due leggi del '39 potremmo sostenere che quanto ricade sotto la prima (n. 1089) appartiene alla voce che nella componente paesaggio possiamo definire generalmente «documento di cultura» o «bene culturale» (asportabile o no), mentre quanto ricade sotto la seconda (n. 1497) possa essere analizzato come elemento ambientale o visivo della componente ovvero, in altre parole come «veduta». La tutela del paesaggio rinvia in forma di regolamentazione normativa anche nella legge

quadro sulle aree protette n. 394 del 6/12/91 sebbene con un più esplicito riferimento agli aspetti naturali. Non si può, infine, non considerare le prescrizioni che vengono dalla Convenzione Europea del Paesaggio.

## **2. STUDI AMBIENTALI SVOLTI PRELIMINARMENTE AL PIANO DI MONITORAGGIO ED EVENTUALI RISULTATI DI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO PREESISTENTI**

Le attività di analisi del sistema ambientale interessato dalle opere in progetto sono state organizzate con le finalità di costruire un dettagliato quadro conoscitivo delle componenti e dei fattori ambientali costituenti il sistema nonché definire il grado di sensibilità dei sottosistemi naturale ed antropico.

Le attività di valutazione delle interazioni (individuazione e stima degli impatti) sono state organizzate con la finalità di rappresentare lo sviluppo del progetto di adeguamento in relazione alle singole componenti ambientali; individuare le aree critiche o gli effetti positivi per ciascun tratto omogeneo di progetto e definire gli interventi di mitigazione.

In relazione alle diverse componenti, nella prima fase di elaborazione del Piano di monitoraggio, si è portata avanti una attenta ricerca dei dati e delle considerazioni svolte nell'ambito della fase di progetto definitivo della infrastruttura in oggetto, ma anche tra la documentazione del VIA e del SIA. Si riportano di seguito i contenuti di tale indagine ed ove presenti i risultati di monitoraggi preesistenti.

### **2.1. RUMORE**

Nel tratto autostradale individuato dai lotti DG40, DG41 e DG42 sono stati effettuati, per le singole tratte che costruiscono i citati lotti, operazioni di monitoraggio e valutazioni previsionali concernenti l'inquinamento acustico da traffico veicolare.

Nell'ambito delle analisi effettuate sono stati caratterizzati i flussi di traffico, estrapolandoli dalla "Analisi della domanda di mobilità e percorrenze medie sull'itinerario -Valori attuali, trend e previsioni di medio e lungo periodo", redatta dall'Ufficio Infrastrutture dell'ANAS.

Nello studio preliminare esistente, avendo considerato l'adeguamento dell'Autostrada A3 al tipo 1/A CNR 80 alla stregua di un "ampliamento", in ciascuna delle aree oggetto dello studio è stata individuata una fascia di pertinenza da ambo i lati, a partire dal ciglio attuale dell'infrastruttura, avente i seguenti limiti di immissione:

Aree non urbane (fascia di 60 m)

valore limite di immissione periodo diurno: 65 dB(A)

valore limite di immissione periodo notturno: 55 dB(A)

Aree urbane (fascia di 30 m)

valore limite di immissione periodo diurno: 60 dB(A)

valore limite di immissione periodo notturno: 50 dB(A)

Al di fuori di tali fasce è stata prevista l'applicazione dei limiti della zonizzazione acustica ai sensi del D.P.C.M. 14/11/97.

Poiché nessuno dei Comuni interessati dal tracciato è risultato provvisto di zonizzazione acustica, al fine di poter attribuire a ciascun ricettore esterno alla fascia di pertinenza i limiti prescritti dal D.P.C.M. 14/11/97 lo studio preliminare ha inteso procedere un'ipotesi di zonizzazione sulla base dei sopralluoghi preliminari.

Il corridoio di studio considerato, rappresentato da due ulteriori fasce parallele al tracciato autostradale, si estende dalla fascia di pertinenza sino a 250 m dal ciglio dell'Autostrada.

Gli estensori dello studio, sulla base di considerazioni pertinenti la vocazione dei luoghi hanno inserito le zone attraversate nella classe III del D.P.C.M. 14/11/97. I ricettori prossimi alle strade statali sono stati inseriti nella classe IV, mentre quelli sensibili, quali scuole, ospedali e case di cura, sono stati inseriti nella classe I.

Al fine di caratterizzare la rumorosità delle aree di studio, è stata condotta una campagna di monitoraggio fonometrico nel periodo compreso tra martedì 12 e giovedì 14 ottobre 1999.

Sono state selezionate 1 postazione di monitoraggio "fissa" e 5 postazioni "mobili".

Con la postazione fissa è stato condotto un monitoraggio in continuo di 24 ore con restituzione dello spettro del livello di pressione sonora in bande di 1/3 ottava, nel campo di frequenza 20÷20.000 Hz ad intervalli di 1 minuto.

Le postazioni mobili sono state utilizzate per effettuare un monitoraggio discontinuo, con campionamenti di 10 minuti, almeno uno nel periodo diurno ed uno nel periodo notturno, con i quali sono stati ricavati i principali descrittori acustici (livello sonoro equivalente LAe, livello massimo LAmx, livello minimo LAmin, livelli statistici la10, la50, la90).

Lo scopo degli estensori dello studio era quello di caratterizzare le emissioni sonore dell'infrastruttura, in modo da poter pervenire alla taratura del modello previsionale.

Il modello utilizzato è il codice StL-86.

Il monitoraggio delle vibrazioni è stato effettuato in corrispondenza dell'edificio sede della postazione fonometrica fissa. E' stata effettuata una singola misura di vibrazione lungo l'asse verticale, al fine di ottenere lo spettro di accelerazione rms. in bande di 1/3 ottava nel dominio di frequenza 1÷1.000 Hz ad intervalli di 1 secondo.

Si riporta di seguito, area per area, una descrizione delle postazioni di misura con indicazione dei livelli misurati nel corso del monitoraggio.

#### DG40/DG41

Nell'area è stata posizionata la postazione mobile A4-PM1, localizzata in corrispondenza del km 423+700, lato Sud, presso la carreggiata d'ingresso, uscita dello svincolo A3 di Scilla.

A4-PM1	R1	13/10/99	22.00	360	108	65	60.0	48.0	63.5	57.0	51.5
	R2	14/10/96	12.05	864	84	55	62.0	45.2	63.5	57.0	51.5

**DG42**

Nell'area sono state posizionate quattro postazioni, delle quali una fissa e tre mobili. La postazione fissa A5-PF1 è stata localizzata in corrispondenza del km 436+350, lato Nord, a 45 m dal ciglio dell'autostrada. Essa descrive principalmente l'impatto acustico dell'autostrada. La postazione mobile A5-PM1 è stata localizzata presso la SS18, a circa 100 m a Nord dell'ingresso allo svincolo dell'autostrada di Gallico. Essa documenta l'impatto acustico della statale sugli edifici posti sui due lati della strada. L'influenza dell'A3 è secondaria. La postazione mobile A5-PM2 è stata localizzata presso il centro abitato sito in località Concessa di Catona, in corrispondenza del km 434+450, a circa 100 m a Sud dello svincolo di S. Trada. Essa documenta esclusivamente l'impatto acustico dell'A3 (in trincea e in viadotto). La postazione mobile A5-PM3 è stata localizzata ai margini dell'abitato di Villa San Giovanni, in corrispondenza del km 433+050, lato sud, a 50 m dall'autostrada. Essa documenta esclusivamente l'impatto acustico dell'A3 (in rilevato alto e in viadotto). Si riportano di seguito i risultati del monitoraggio.

A5-PF1	24h	13/10/99	13.20	13/10/99	13.20	-	62.0				
	6-22h	13/10/99	22.00	13/10/99	06.00	60	63.5	Ottanta per interpolamento periodo 23-6h			
	22-6h	13/10/99	13.20	13/10/99	13.20	50	56.5	Ottanta per interpolamento periodo 6-23h			
A5-PM1	R1	13/10/99	11.05	1200 <sup>(*)</sup>	72 <sup>(*)</sup>	65	72.0	56.5	75.5	69.5	64.5
	R3	14/10/99	11.10	1056 <sup>(*)</sup>	36 <sup>(*)</sup>	65	71.0	50.0	74.0	67.0	60.0
	R2	13/10/96	23.05	672 <sup>(*)</sup>	0 <sup>(*)</sup>	55	67.0	48.5	71.0	63.0	53.0
A5-PM2	R1	13/10/99	11.45	720	96	65	55.0	47.0	57.5	54.0	50.5
	R3	14/10/96	10.35	1644	120	65	57.0	47.0	59.0	55.5	51.5
	R2	13/10/99	22.45	444	36	55	52.5	42.5	53.5	50.5	45.0
A5-PM3	R1	13/10/99	12.30	1440	252	65	58.0	44.5	61.5	53.0	48.5
	R3	14/10/96	10.05	1344	240	65	56.5	40.5	60.0	54.5	47.5
	R2	13/10/99	22.10	396	144	55	54.0	40.0	58.0	53.5	47.5

(\*) Flusso traffico S.S. n. 18

Sulla base dei rilievi fonometrici è stato tarato il modello revisionale che ha consentito di estendere i risultati del monitoraggio presso i restanti ricettori presenti all'interno del corridoio di studio. Si riportano di seguito, area per area, le tabelle riassuntive indicanti, per ciascun punto di calcolo,, disposto in numero variabile in funzione dell'antropizzazione delle aree attraversate:

- la progressiva chilometrica
- il lato
- i livelli di immissione (impatto) diurni e notturni
- i livelli limite di immissione (limite)
- la differenza (delta) tra i due livelli, se positiva

I dati nelle tabelle permettono la caratterizzazione acustica ante-operam.

DG 40 e DG41

Linea	Km	Dir.	L <sub>max</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>med</sub>	L <sub>max</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>med</sub>
1	0+080	S	55,0	60	-	50,0	50	-
2	0+170	S	56,5	60	-	51,5	50	1,5
3	0+250	S	56,5	60	-	51,5	50	1,5
4	0+340	S	53,5	60	-	48,5	50	-
5	0+345	S	60,0	60	-	55,0	50	5,0
6	0+470	S	58,0	60	-	53,0	50	3,0
7	0+480	S	51,0	60	-	46,0	50	-
8	0+500	S	48,5	60	-	43,5	50	-
9	1+095	S	42,0	60	-	<40	50	-
10	0+020	N	59,5	65	-	54,5	55	-
11	0+120	N	63,0	65	-	58,0	55	3,0
12	0+240	N	68,0	65	3,0	63,0	55	8,0
13	0+260	N	58,5	60	-	53,5	50	3,5
14	0+300	S	52,0	50	2,5	47,0	40	7,0

(1) Progressiva Km riferita alla carreggiata Nord

DG 42

Linea	Km	Dir.	L <sub>max</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>med</sub>	L <sub>max</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>med</sub>
1	0+030	N	55,0	60	-	50,0	50	-
2	0+130	S	50,5	60	-	45,5	50	-
4	0+530	S	70,5	65	5,5	65,5	55	10,5
5	0+885	N	45,0	60	-	40,0	50	-
6	0+990	S	60,5	60	0,5	55,5	50	3,5
7	1+050	S	60,0	65	-	55,0	55	-
8	1+300	S	57,0	60	-	52,0	50	2,0
9	1+520	S	59,0	60	-	54,0	50	4,0
11	1+730	N	50,5	65	-	45,5	55	-
12	2+325	S	52,0	60	-	47,0	50	-
13	2+370	S	54,5	60	-	49,5	50	-
14	2+380	S	59,5	65	-	54,5	55	-
15	2+540	S	50,5	60	-	45,5	50	-
16	2+770	S	55,0	60	-	50,0	50	-
17	2+785	N	57,5	60	-	52,5	50	2,5
20	3+970	S	49,5	60	-	44,5	50	-
21	4+185	N	62,0	65	-	57,0	55	2,0
22	4+270	S	57,5	65	-	52,5	55	-
23	4+370	N	52,0	65	-	47,0	55	-
24	4+405	N	48,0	60	-	43,0	50	-
25	4+560	S	62,5	65	-	58,0	55	3,0
27	4+900	S	44,0	65	-	<40	55	-
29	5+210	N	61,0	60	1,0	56,0	50	6,0
30	5+380	S	61,0	65	-	56,0	55	1,0
31	5+515	S	64,0	65	-	59,0	55	4,0
32	5+650	N	60,0	60	-	55,0	50	5,0

## DG 40 e DG41

Punto	P.C.K.	Lato	L=27,0 [RA]			L=27,0 [RA]		
			Impulsi	Ampl.	Defa.	Impulsi	Ampl.	Defa.
33	5+770	S	45,5	60	-	40,5	50	-
34	6+000	S	57,0	50	7,0	52,0	40	12,0
35	6+170	N	63,3	65	-	56,5	55	1,5
36	6+160	S	53,5	60	-	46,5	50	-
37	6+360	N	56,5	60	-	49,5	50	-
39	6+550	N	57,0	65	-	50,0	55	-
41	6+800	N	53,0	60	-	46,0	50	-
42	6+840	N	64,0	65	-	57,0	55	2,0
43	6+850	S	54,0	65	-	47,0	55	-
44	6+990	N	55,5	65	-	48,5	55	-
45	7+000	S	54,0	65	-	47,0	55	-
46	7+115	N	54,0	60	-	47,0	50	-
48	7+015	S	52,0	60	-	45,0	50	-
51	7+620	N	59,0	60	-	52,0	50	2,0
52	7+680	S	63,5	65	-	56,5	55	1,5
53	7+760	N	63,0	65	-	56,0	55	1,0
54	7+840	S	62,0	65	-	55,0	55	-
55	7+920	S	56,5	60	-	49,5	50	-
56	7+960	N	58,5	60	-	51,5	50	1,5
57	8+020	N	69,0	60	9,0	62,0	50	12,0
58	8+020	S	56,5	60	-	49,5	50	-
60	8+370	S	53,5	60	-	46,5	50	-
61	8+720	S	67,5	60	7,5	60,5	50	10,5
63	8+750	N	66,5	60	6,5	59,5	50	9,5
64	8+880	N	61,0	60	1,0	54,0	50	4,0
65	8+960	S	69,0	60	9,0	62,0	50	12,0
66	9+170	N	69,0	60	9,0	62,0	50	12,0
67	9+400	N	62,0	60	2,0	55,0	50	5,0
68	9+450	S	69,0	60	9,0	62,0	50	12,0
69	9+620	N	62,0	60	2,0	55,0	50	5,0
70	9+600	S	60,0	60	-	53,0	50	3,0

È stato anche effettuato un monitoraggio delle vibrazioni in corrispondenza dello stesso edificio sede della postazione fonometrica fissa. È stata effettuata una misura di vibrazione lungo l'asse verticale con restituzione dello spettro di accelerazione r.m.s. in bande di 1/3 ottava nel dominio di frequenza 1-1000 Hz ad intervalli di 1 sec.

Dall'analisi dei risultati si è ottenuto un livello di accelerazione complessiva ponderata UNI 9614 di circa 60 dB ed un livello di velocità di picco inferiore a 1 mm/s. Le vibrazioni attuali sono dunque inferiori alla soglia di tollerabilità umana indicata dalla Norma UNI 9614 (74 dB per le abitazioni) ed alla soglia di danno per gli edifici indicato dalla Norma UNI 9916 (3 mm/s per gli edifici storici).

## DG 43

Per il lotto DG43 non esistono studi precedenti relativi al rumore e alle vibrazioni.

## 2.2. SUOLO

Dal punto di vista morfologico e orografico la zona è caratterizzata da una rilevante acclività del terreno e dalla presenza di frequenti e profonde incisioni trasversali ad opera della morfologia fluviale.

L'area è ricoperta da una vegetazione mediterranea favorita dal clima, all'altezza dello svincolo di Villa San Giovanni prevale però una vegetazione costituita da quercia a monte ed agrumeti a valle.

Dal punto di vista geotecnico l'area è caratterizzata da terreni metamorfici, (gneiss e scisti biotitici) ricoperti in limitati lembi da resti della copertura quaternaria costituita da terrazzi tirreniani, che non vengono attraversati dal tracciato stradale in esame. I terreni consistenti metamorfici seppure caratterizzati da una marcata anisotropia strutturale (diaciasi e fratture) sono dotati di una discreta resistenza tanto da presentare sezioni naturali superiori ai 45° ed in taluni casi, per precedenti attività antropiche, con pareti subverticali. Particolare estensione assumono i "terrazzi" calabresi con livelli apicali di terre bruno rossastre arkosiche formate da sabbie e ghiaie che costituiscono i pianori di San Giorgio (presso lo svincolo di Scilla) e Piano Ultra.

Dal punto di vista sismico l'area interessata dal tracciato è integrata nell'ambito dei territori comunali di Scilla e di Villa San Giovanni (in provincia di Reggio Calabria); territori che risultano inclusi tra le località sismiche di I Categoria giuste Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 25 Novembre 1962 e successivo D.M. 3 marzo 1975 ("Aggiornamento delle zone sismiche della Regione Calabria"). Per valutare comunque il livello di sismicità che caratterizza l'area d'interesse nella fase del progetto definitivo è stata eseguita un'indagine rivolta ad accertare gli effetti macrosismici registrati in passato. Sono stati, pertanto, presi in considerazione tutti i terremoti (catalogo delle mappe isosismiche dei terremoti verificatisi in Sicilia e Calabria) con intensità M.S.K. pari o superiore a 3, avvenuti nella regione durante il periodo compreso tra il 1783 ed il 1973. Il risultato ha portato a considerare la sismicità della regione calabro-peloritana quella che più concretamente può rappresentare una minaccia.

In relazione alle caratteristiche geologiche e strutturali dell'area di studio, gli aspetti idrogeologici sono condizionati dai mutui rapporti stratigrafici esistenti tra le formazioni competenti e permeabili, sia per porosità primaria che per fatturazione secondaria, (basamento cristallino ed alluvioni di fondovalle) e quelle a permeabilità bassa o nulla. Gli acquiferi più significativi sono localizzati nelle aree di fondovalle dove vengono captati gli apporti dei subalvei dei corpi idrici superficiali, ovvero da manifestazioni spontanee in acquiferi contenuti nelle metamorfici.

### **2.3. AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE**

Nella zona di interesse del Piano di monitoraggio della componente in oggetto ricadono da Nord verso Sud tre gruppi di bacini: quelli compresi tra Fiumara di Gallico e Petrace, la Fiumara di Gallico e quelli compresi tra Fiumara di Melito e Fiumara di Gallico. La situazione morfologica dei bacini è condizionata dalla presenza di una serie di fiumare provenienti dalle formazioni montuose dell'Aspromonte, rilevanti per le levate quote che raggiungono a pochi chilometri dal mare e da una pendenza notevole: fra essi la fiumara di Guardia (99 m a km), il Torbido di San Lucido (99 m a km) e l'Isca (136 m a km).

Dal punto di vista geologico, come risulta dalle carte consultate, si possono considerare rilevanti tre complessi idrogeologici prevalenti: quello dei graniti tettonizzati, quello delle alluvioni antiche, terrazzate e compatte, e quello delle alluvioni recenti. Nei bacini di dimensioni maggiori (interessati dagli

attraversamenti principali) sono sostanzialmente presenti tutti e tre i tipi di formazioni. Va però subito sottolineato che globalmente tutto il rilievo dell'Aspromonte è caratterizzato da rocce intrusive acide con una notevole alterazione chimico-fisica esercitata dagli agenti atmosferici che presentano quindi un grado di permeabilità abbastanza elevato.

A livello climatico, la particolare conformazione della Calabria, stretta ed allungata, rende evidente come i principali parametri che regolano il clima della regione siano la movimentata orografia, la distanza dal mare, l'esposizione dei versanti interessati. In particolare, ai fini degli eventi estremi, sono preponderanti le azioni della distanza dal mare e della provenienza dei venti dominanti. In genere il clima è caratterizzato dall'alternanza di una stagione piovosa (da ottobre a marzo) e da una stagione siccitosa (da aprile a settembre). Le temperature medie annue sono alquanto alte rispetto al territorio nazionale, l'andamento della temperatura va da un minimo in gennaio e febbraio ad un massimo in luglio ed agosto. Per quanto riguarda la distribuzione delle precipitazioni nell'anno, l'intera Calabria ha un regime di tipo marittimo. Il periodo piovoso inizia nel pieno autunno per arrivare all'inizio della primavera. L'estate è caratterizzata da quantità di piogge molto ridotte.

Dall'esame dell'analisi delle inondazioni avvenute in Calabria tra il 1920-1980 si rileva infatti un quadro complessivo delle zone maggiormente a rischio per la concomitanza di effetti dovuti all'esposizione (più critica per il versante ionico) ed alle pendenze e dimensioni dei bacini idrografici (critiche nella provincia di Reggio Calabria), oltre che alla natura particolare delle fiumare calabre. Per quanto si evince nei citati studi, la zona in esame non si presenta tra quelle particolarmente critiche nei confronti del rischio di alluvione in senso stretto, pur presentando una certa esposizione al rischio idrogeologico in generale. Dall'esame degli eventi notevoli effettuata nelle due pubblicazioni dell'IRPI di Cosenza, si rileva il fatto che tutta la provincia di Reggio Calabria è spesso interessata dai fenomeni meteorologici attivi nel basso Ionio. Questi ultimi sembrano essere quelli più temibili per le portate che possono generare nelle fiumare, bacini caratterizzati da quote medie e pendenze elevate.

Dallo studio delle indagini e della relazione idrologica della fase precedente della progettazione sono noti i parametri morfometrici dei bacini idrografici delimitati e i valori di portata stimati, per tempi di ritorno di 100 e 200 anni. Questi parametri sono ottenuti applicando la metodologia del GNCI e l'analisi regionale.

I simboli presenti nelle tabelle sono:

- S, area del bacino in km<sup>2</sup>;
- H<sub>max</sub>, quota massima del bacino, m. slm;
- H<sub>med</sub>, quota media del bacino, m. slm;
- H<sub>sez</sub>, quota minima del bacino, m. slm;
- L, lunghezza dell'asta principale, km;
- I, pendenza dell'asta principale, m/m;
- Tr, tempo di ritardo in ore;
- H<sub>t</sub>, altezza di pioggia, mm;

- It, intensità di pioggia, mm/h;
- C', coefficiente di piena.

Codice	Progr. (km)		Tipologia	Dimensioni		S	H <sub>max</sub>	H <sub>med</sub>	H <sub>min</sub>	L	I <sub>max</sub>
	Attuale	Progetto		m	km <sup>2</sup>						
1	423+837	427+00	Viadotto Livorno	190 - 190	1.10	575	338	97	1.70	0.281	
2	424+343.01	424+300	Porte Monacene	20 - 55	0.313	580	488	120	1.10	0.40	
3	425+081.72	---	---	---	0.11	489	309.5	130	0.60	0.598	
4	426+451.95	426+140	Viadotto S. Gregorio	171 - 207	0.504	556	343	130	1.20	0.365	

Codice	Analisi Idrologica		Tipologia	Metodo GNDCI		Metodo Regionale					
	Progr. (km)	Attuale		Portata (m <sup>3</sup> /s)		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	C	Portata (m <sup>3</sup> /s)		
				T=100	T=200				T=100	T=200	
1	423+837	427+00	Viadotto Livorno	5.97	6.32	76.27	12.34	0.16	0.156	11.79	13.62
2	424+343.01	424+300	Porte Monacene	1.91	2.20	77.83	11.65	0.15	0.198	3.41	3.69
3	425+081.72	---	---	0.79	0.92	77.88	11.88	0.16	0.198	1.20	1.38
4	426+451.95	426+140	Viadotto S. Gregorio	2.34	3.29	77.65	11.65	0.16	0.156	5.50	6.36

Codice	Progr. (km)	Tipologia	Dimensioni		S	H <sub>max</sub>	H <sub>med</sub>	H <sub>min</sub>	L	I <sub>max</sub>
			m	km <sup>2</sup>						
1	427+341.40	Viadotto S. Truda	160	4.35	698	280	125	4.00	0.143	
2	427+708.18	Porte Prestiani	38.6	0.693	330	250	70	0.50	0.520	
3	427+855.66	Viadotto Ghia	134	1.37	490	330	80	1.30	0.216	
4	428+131.36	Porte Latticose	66	0.07	308	200	100	0.35	0.571	
5	428+437.94	Porte Prestiani	18	0.06	320	200	100	0.50	0.440	
6	428+453.69	Tombino circolare	φ 1000	0.945	250	180	110	0.35	0.490	
7	428+556.22	Viadotto Pira	79	0.27	350	230	110	1.10	0.218	
8	428+721.67	Porte Zaganella I	30	0.24	190	250	100	1.20	0.208	
9	428+836.38	Tombino circolare	φ 1000	0.182	336	254	90	1.10	0.221	
10	428+903.26	Porte Zaganella II	33	0.13	120	250	90	0.85	0.271	
11	429+145.60	Tombino circolare	φ 1000	0.045	300	200	100	0.40	0.333	
12	429+357.60	Tombino circolare	φ 1000	0.052	255	178	100	0.30	0.310	
13	429+490.72	Tombino circolare	φ 1000	0.049	290	160	100	0.30	0.300	
14	429+552.27	Tombino scapolare	2	0.05	190	150	90	0.40	0.250	
15	429+692.80	Tombino circolare	φ 1000	0.032	180	150	100	0.30	0.267	
16	429+837.70	Tombino scapolare	4	0.07	180	130	100	0.40	0.200	
17	429+948.35	Sottopasso								
18	430+382.89	Tombino scapolare	2	0.07	165	133	100	0.40	0.163	
19	430+551.11	Porte	6	0.08	150	125	100	0.30	0.100	
20	430+915.07	Tombino scapolare	2	0.04	150	125	100	0.30	0.100	
21	430+927.07	Sottopasso	9.5							
22	431+060	Tombino scapolare	2	0.008	110	100	90	0.10	0.200	
23	431+104	Tombino scapolare	2	0.008	110	100	90	0.10	0.200	
24	431+220.73	Tombino scapolare	3	0.058	160	220	80	0.70	0.114	
25	431+334.83	Tombino scapolare	4	0.043	130	110	90	0.40	0.100	
26	431+433.30	Viadotto T. Campanella II	70	0.815	325	180	80	2.20	0.111	
27	431+551.19	Viadotto T. Immacolata	113	1.22	358	200	80	2.40	0.104	
28	431+841	Tombino scapolare	2	0.021	110	90	80	0.30	0.100	
29	431+883	Sottopasso								
30	432+245.47	Tombino scapolare	3	0.09	110	105	100	0.50	0.020	
31	432+377.24	Viadotto T. Boharo	170	0.77	140	107.5	85	1.70	0.032	
32	432+653.49	Porticello	6	0.034	105	90	80	0.35	0.100	
33	432+858.49	Tombino scapolare	2	0.09	109	80	60	0.80	0.061	
34	433+146.22	Viadotto S. Filippo Neri	70	0.213	119	85	58	1.00	0.069	
35	433+302.51	Tombino scapolare	2	0.05	105	75	60	0.30	0.183	
36	433+495.51	Viadotto Solano	70	0.19	100	75	55	0.50	0.050	
37	434+236.73	Sottopasso	9.5							
38	434+438.58	Sottopasso	9.5							
39	434+519.53	Viadotto F. Catuso	630	69.5	1700	900	26	21.00	0.080	
40*	435+149	Tombino scapolare	1							
41*	435+246	Tombino scapolare	1							
42	435+323	Porticello	11	0.21	130	60	33	3.00	0.097	
43	435+413.40	Tombino scapolare	2	0.024	80	53	30	0.35	0.143	
44	435+478	Tombino scapolare	2	0.022	80	55	30	0.35	0.143	
45	435+540	Tombino scapolare	4	0.103	130	75	50	1.20	0.063	
46	435+650.67	Viadotto F. Catuso	204.8	0.03	30	30	20	0.25	0.120	
47	436+014	Tombino scapolare	7	0.01	40	30	20	0.10	0.200	
48	436+044	Porticello	8	0.004	40	30	20	0.10	0.200	
49	436+092	Tombino scapolare	2	0.506	165	100	30	2.40	0.034	
50	436+176.69	Tombino scapolare	4	0.05	90	60	30	0.40	0.130	
51	436+307.29	Tombino scapolare	6	0.33	141	100	30	1.40	0.079	
52	436+421.80	Tombino scapolare	5	0.172	130	100	30	1.00	0.100	
53	436+445.71	Tombino scapolare	6	0.03	50	40	30	0.30	0.067	
54	436+474.08	Tombino circolare	φ 300	0.094	120	80	40	0.40	0.100	
55	436+739	Tombino scapolare	5	0.09	120	80	30	0.70	0.086	
56	436+761	Tombino circolare	φ 500	0.014	70	60	30	0.30	0.067	

\* tombini previsti per trasparenza idraulica

Codice	Prog. (km)	Tipologia	Metodo CNCI		Metodo Regionale					Portata	
			Portata		h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	C*	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	
			T=100	T=200	mm/b	mm	h		T=100	T=200	
1	427+241,60	Viadotto S. Trada	17,34	30,04	62,76	20,20	0,32	0,158	38,32	44,35	
2	427+208,18	Ponte Pratianni	0,69	0,80	77,65	11,65	0,15	0,158	1,01	1,17	
3	427+315,66	Viadotto Gibia	0,58	1,60	74,23	13,41	0,18	0,158	14,28	16,51	
4	428+131,26	Ponte Lascogna	0,54	0,63	77,65	11,65	0,15	0,158	0,76	0,88	
5	428+247,04	Ponte Pratianni	0,48	0,55	77,65	11,65	0,15	0,158	0,68	0,78	
6	428+457,69	Tombino circolare	0,37	0,43	77,65	11,65	0,15	0,158	0,49	0,57	
7	428+586,23	Viadotto Pina	1,68	1,98	77,65	11,65	0,15	0,158	2,94	3,40	
8	428+721,67	Ponte Zaganella I	1,52	1,76	77,65	11,65	0,15	0,158	2,62	3,03	
9	428+826,88	Tombino circolare	0,74	0,86	77,65	11,65	0,15	0,158	1,11	1,29	
10	428+803,26	Ponte Zaganella II	0,91	1,05	77,65	11,65	0,15	0,158	1,42	1,64	
11	429+185,60	Tombino circolare	0,38	0,44	77,65	11,65	0,15	0,158	0,50	0,58	
12	429+357,60	Tombino circolare	0,42	0,49	77,65	11,65	0,15	0,158	0,57	0,66	
13	429+490,72	Tombino circolare	0,40	0,46	77,65	11,65	0,15	0,158	0,53	0,62	
14	429+552,27	Tombino scapolare	0,41	0,47	77,65	11,65	0,15	0,158	0,53	0,63	
15	429+692,80	Tombino circolare	0,28	0,33	77,65	11,65	0,15	0,158	0,35	0,40	
16	429+837,20	Tombino scapolare	0,54	0,63	77,65	11,65	0,15	0,158	0,76	0,88	
17	430+138,26	Sottopasso									
18	430+382,89	Tombino scapolare	0,54	0,63	77,65	11,65	0,15	0,158	0,76	0,88	
19	430+581,11	Ponte	0,67	0,70	77,65	11,65	0,15	0,158	0,87	1,01	
20	430+915,07	Tombino scapolare	0,34	0,39	77,65	11,65	0,15	0,158	0,44	0,50	
21	430+927,07	Sottopasso									
22	431+060	Tombino scapolare	0,09	0,10	77,65	11,65	0,15	0,158	0,09	0,10	
23	431+104	Tombino scapolare	0,09	0,10	77,65	11,65	0,15	0,158	0,09	0,10	
24	431+220,93	Tombino scapolare	0,45	0,52	77,65	11,65	0,15	0,158	0,61	0,71	
25	431+334,83	Tombino scapolare	0,36	0,42	77,65	11,65	0,15	0,158	0,47	0,54	
26	431+453,30	Viadotto T. Campanella II	4,26	4,92	77,65	11,65	0,15	0,158	8,90	10,29	
27	431+581,19	Viadotto T. Ammocolata	3,97	4,80	75,31	12,84	0,17	0,158	12,90	14,92	
28	431+841	Tombino scapolare	0,20	0,23	77,65	11,65	0,15	0,158	0,23	0,26	
29	431+883	Sottopasso									
30	432+245,67	Tombino scapolare	0,67	0,77	77,65	11,65	0,15	0,158	0,96	1,13	
31	432+377,24	Viadotto T. Bolano	4,06	4,69	77,65	11,65	0,15	0,158	8,40	9,71	
32	432+451,48	Ponticello	0,30	0,34	77,65	11,65	0,15	0,158	0,37	0,43	
33	432+858,46	Tombino scapolare	0,67	0,77	77,65	11,65	0,15	0,158	0,96	1,13	
34	433+146,32	Viadotto S. Filippo Neri	1,58	1,80	77,65	11,65	0,15	0,158	2,32	2,69	
35	433+305,81	Tombino scapolare	0,41	0,47	77,65	11,65	0,15	0,158	0,53	0,63	
36	433+493,51	Viadotto Solano	1,03	1,19	77,65	11,65	0,15	0,158	1,64	1,89	
37	434+286,75	Sottopasso									
38	434+458,58	Sottopasso									
39	434+519,53	Viadotto F. Catena	176,86	204,50	36,45	46,82	1,28	0,158	354,73	410,12	
40*	435+169	Tombino scapolare									
41*	435+266	Tombino scapolare									
42	435+323	Ponticello	1,36	1,58	77,65	11,65	0,15	0,158	2,29	2,65	
43	435+435,49	Tombino scapolare	0,22	0,26	77,65	11,65	0,15	0,158	0,26	0,30	
44	435+478	Tombino scapolare	0,21	0,24	77,65	11,65	0,15	0,158	0,24	0,28	
45	435+580	Tombino scapolare	0,75	0,87	77,65	11,65	0,15	0,158	1,12	1,30	
46	435+650,67	Viadotto F. Crusa	0,27	0,31	77,65	11,65	0,15	0,158	0,33	0,38	
47	436+014	Tombino scapolare	0,11	0,12	77,65	11,65	0,15	0,158	0,11	0,13	
48	436+044	Ponticello	0,05	0,06	77,65	11,65	0,15	0,158	0,04	0,05	
49	436+092	Tombino scapolare	2,85	3,30	77,65	11,65	0,15	0,158	5,52	6,36	
50	436+176,60	Tombino scapolare	0,41	0,47	77,65	11,65	0,15	0,158	0,53	0,63	
51	436+207,20	Tombino scapolare	1,69	2,30	77,65	11,65	0,15	0,158	3,60	4,16	
52	436+231,80	Tombino scapolare	1,15	1,33	77,65	11,65	0,15	0,158	1,88	2,17	
53	436+445,71	Tombino scapolare	0,27	0,31	77,65	11,65	0,15	0,158	0,33	0,38	
54	436+574,08	Tombino circolare	0,63	0,73	77,65	11,65	0,15	0,158	0,91	1,06	
55	436+759	Tombino scapolare	0,67	0,77	77,65	11,65	0,15	0,158	0,96	1,13	

\* tombini previsti per l'area di studio

## 2.4. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

Nella documentazione VIA la valutazione delle acque sotterranee, in base alla composizione strutturale e topografica, è stata preceduta da una classificazione delle formazioni presenti nella'rea di studio raggruppandole in tre litotipi principali a differente permeabilità. In funzione delle caratteristiche di vulnerabilità oggettiva, i vari acquiferi sono stati denominati Litotipo A, Litotipo B, Litotipo C.

Il litotipo A rappresenta un "acquifero" in falda libera costituito da materiale alluvionale (terrazzi) senza alcuna protezione superficiale. Le alluvioni sono rappresentate da materiale ghiaioso-sabbioso-limoso, da medio a fine con variazioni verticali ed orizzontali della granulometria. Presentano una permeabilità areale globale compresa tra 10<sup>-3</sup> e 10<sup>-4</sup> cm/s. il substrato è costituito da un orizzonte pseudo-impermeabile rappresentato dalla coltre alterata e rimaneggiata metamorfica.

Il litotipo B rappresenta un "acquifero" in falda libera contenuto nelle formazioni metamorfiche (leucograniti e graniti e gneiss). Presenta una permeabilità da 10<sup>-2</sup> a 10<sup>-3</sup> cm/s. manca un substrato impermeabile; la falda contenuta in questi sedimenti risulta alimentata esclusivamente dall'infiltrazione locale ed ampiamente drenata dai corsi d'acqua soggiacenti.

Il litotipo C rappresenta un "acquifero" in falda libera costituito da materiale alluvionale fluviale senza alcuna protezione superficiale e che drena le acque provenienti dal ma spiccio metamorfico. Le alluvioni sono rappresentate da materiale ghiaioso-sabbioso-limoso, da medio a fine con variazioni verticali ed orizzontali della granulometria. Presentano una permeabilità areale globale compresa tra  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  cm/s. il substrato è costituito da metamorfiti.

Il tratto autostradale che va dal km 423.300 al km 427.000 è caratterizzato prevalentemente da Litotipo A (terrazzi continentali conglomeratici-sabbiosi rossastri) e da Litotipo B (Gneiss occhiedini associati a scisti e gneiss biotitici e Scisti biotitici bruno nerastri).

Il tratto autostradale da km 427.000 al km corrispondente alla galleria naturale Piale è caratterizzato prevalentemente da Litotipo A (terrazzi continentali conglomeratici-sabbiosi rossastri), da Litotipo B (Gneiss occhiedini associati a scisti e gneiss biotitici e Plutonici acide graniti e granodioriti).

Il tratto autostradale che va dalla galleria naturale Piale al km 442.920 è caratterizzato prevalentemente da Litotipo C (Alluvioni fluviali recenti e Ghiaie e sabbie clinostatificate della F.ne Messina).

## 2.5. VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

Il tratto autostradale da Scilla fino a S. Trada attraversa un'area caratterizzata da torrenti incassati che presentano ancora uno stato di conservazione medio-buono e che consentono la sopravvivenza di molte specie igrofile, e residui di boschi di *Quercus ssp.* tra cui è da segnalare anche la presenza di *Quercus suber*.

Da S. Trada fino a Reggio Calabria i corsi d'acqua sono profondamente incassati a monte e solo nel tratto terminale si slargano a formare delle fiumare (Società Italiana di Fitosociologia, 1999) come la F.ra Catona, la F.ra Gallico e la F.ra Annunziata. Purtroppo questi corsi d'acqua sono stati ampiamente rimaneggiati nel loro tratto terminale con interventi poco consoni alla salvaguardia della vegetazione ripariale e della fauna esistente. L'ulteriore apertura di cantieri di prelievo di inerti nelle aree a monte delle fiumare ha messo in serio pericolo l'ambiente costiero e il delicato equilibrio di deposito ed erosione delle spiagge.

Tale tratto autostradale nella zona di Scilla è situato in ambienti in cui si rinviene una vegetazione specializzata ed esclusiva, che ben riesce a sopportare il continuo disturbo provocato dall'aerosol marino ed è caratterizzata dall'associazione vegetale a Chritmo-Limonietaea che include endemismi puntiformi appartenenti al genere *Limonium*. In quest'area sono, inoltre, presenti leccete acidofile e misto ad erica arborea (*Erica arborea*) e lentisco (*Pistacia lentiscus*), e nei fondovalle si mescolano ad arbusti di oleandro (*Nerium oleander*) e tamerice (*Tamarix gallica*).

Il tratto a sud di Scilla attraversa ambienti fortemente antropizzati, caratterizzati da una vegetazione costituita prevalentemente da praterie steppiche perenni di tipo termo-xerofilo a dominanza di graminacee cespitose. Questo tipo di vegetazione è tipica delle formazioni forestali fortemente degradate e la sua ampia diffusione, nel tratto considerato, è dovuto al forte disturbo antropico ed in particolare alle continue attività di disboscamento, pascolo e incendi.

Sulle colline di Gallico invece si possono osservare cespugli di *Tricholaena teneriffae* (specie a distribuzione saharo-arabico, che si rinviene in Europa solo nella Calabria meridionale e nei dintorni di Messina), e di *Hyparrhenia hirta*, specie pioniere estremamente specializzate che vivono su suoli scoscesi incoerenti come quelli presenti in queste aree.

Sulle colline sabbiose nei dintorni di Reggio Calabria invece è rinvenibile la *Wahlenbergia nutabunda*, specie molto rara in Italia tanto da essere inclusa nella categoria vulnerabile della IUCN, e cresce solo nei prati effimeri caratterizzati da un ricco contingente di terofite xerofile come *Anthemis chia* e *Senecio leucanthemifolius*.

Il tratto autostradale sul quale verranno effettuati i lavori è situato nelle vicinanze del Parco Nazionale d'Aspromonte, di conseguenza, dato un buono stato di conservazione e la ricca vegetazione presente, il livello di biodiversità animale presente nella zona interessata è molto elevato.

### **3. ESPOSIZIONE DEGLI OBIETTIVI E DEI REQUISITI DEL MONITORAGGIO**

Il piano di monitoraggio rientra nel quadro delle azioni finalizzate alla tutela dell'ambiente; in fase di costruzione e di esercizio occorrerà tenere sotto controllo i diversi parametri ed indicatori ambientali per poter intervenire nelle forme adeguate qualora si verificassero scostamenti dalle previsioni del SIA redatto in fase definitiva. È pertanto necessario realizzare opportuni sistemi di monitoraggio permanenti, che vengono a costituire la naturale estensione delle indagini effettuate per la redazione dello SIA.

I sistemi di monitoraggio possono presentare diversa articolazione e complessità per le singole componenti, oltre ad essere funzione della natura dell'opera.

Un sistema di monitoraggio può pertanto essere costituito semplicemente dall'analisi sistemica dei dati ambientali e di traffico; può prevedere la progettazione di reti di monitoraggio permanente, oppure consistere nella esecuzione di campagne di rilievo periodiche. Può inoltre prevedere l'effettuazione di campagne straordinarie, in relazione ad eventi particolari che dovessero verificarsi.

## **4. CRITERI METODOLOGICI ADOTTATI**

### **4.1. RUMORE**

I rilievi della rumorosità devono essere effettuati nella fase ante operam, durante l'esecuzione dei lavori e dopo l'esecuzione delle opere relative alla realizzazione della sede autostradale.

Nella diverse fasi di realizzazione dell'opera devono essere redatti anche studi di simulazione del clima acustico conseguenti alle scelte progettuali effettuate.

Le misure acustiche e vibrazionali nelle diverse fasi saranno effettuate sia in ambiente abitativo che in ambiente esterno. Le misure acustiche dovranno essere effettuate secondo le disposizioni di cui al D.M.

16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", in particolare secondo le indicazioni di cui all'allegato B del suddetto decreto. Le determinazioni dei livelli equivalenti continui da traffico autoveicolare dovranno essere effettuate secondo le indicazioni di cui all'allegato C comma 2. I valori ottenuti dall'indagine sperimentale dovranno essere confrontati con quanto disposto dal D.P.R. 30/03/2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447". Al di fuori delle fasce di pertinenza il confronto va effettuato secondo le disposizioni di cui al D.P.C.M 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", previo accertamento della classificazione acustica della zona cui si riferisce la misura. Nel caso in cui la zona non risultasse classificata, l'assegnazione della stessa ad una delle sei classi previste dal citato D.P.C.M. verrà effettuata sulla base di un'analisi obiettiva delle caratteristiche antropiche, tenendo conto dello strumento urbanistico vigente.

I dati sperimentali dovranno essere riportati su una specifica scheda allegata alla relazione specifica.

Per la determinazione del disturbo prodotto dal traffico veicolare dovranno essere effettuati nelle posizioni, nel seguito indicate, simulazioni numeriche, corredate di mappe acustiche, utilizzando il metodo ufficiale NMBP indicato nella Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

Inoltre, in alcune situazioni particolari, che saranno indicate in seguito, dovranno essere effettuate valutazioni con il metodo inglese CRTN per la valutazione del disturbo su base oraria.

Le misure all'interno di abitazioni, nelle posizioni nel seguito specificate, saranno effettuate nel rispetto del citato DMA 16/03/1998-Allegato B.

Nel presente piano di monitoraggio non sono previste misurazioni di pochi minuti dei livelli di pressione sonora prodotti dal traffico veicolare in quanto tale metodica di misura è in contrasto con le disposizioni legislative vigenti.

Le valutazioni vibrazionali dovranno essere effettuate sulla base delle indicazioni delle Norme UNI 9614 e 9916. I disturbi prodotti dalle vibrazioni saranno analizzati utilizzando la norma UNI 9614; i rischi potenziali delle strutture saranno analizzati utilizzando la Norma UNI 9916. I criteri di scelta dei punti nei quali saranno effettuate tali verifiche saranno indicati nel seguito.

Le valutazioni previsionali devono essere eseguite utilizzando i seguenti modelli:

SORGENTE	METODO
<b>RUMORE DEL TRAFFICO VEICOLARE</b>	Metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRACERTU-LCPC-CSTB)», citato nell'«Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese «XPS 31-133».
<b>RUMORE ATTIVITÀ INDUSTRIALE</b>	ISO 9613-2: «Acoustics — Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation»

I calcoli vanno redatti utilizzando i seguenti dati:

traffico veicolare

- condizioni ante operam e in fase di realizzazione

Tempo di riferimento	Flusso autov. (veicoli/ora)	Velocità media (km/h)	Flusso mezzi pesanti	Velocità media (km/h)
Diurno	1510	110÷120	10÷20	70÷90
Notturmo	451	110÷120	20÷30	70÷90

- condizioni post operam

Anno 2010	Flusso autov. (incr. %)	Velocità media (km/h)	Flusso mezzi pesanti	Velocità media (km/h)
Senza pedaggio	+12,1	110÷120	+7,5	70÷90
Con pedaggio	+11,2	110÷120	+6,3	70÷90

Anno 2020	Flusso autov. (incr. %)	Velocità media (km/h)	Flusso mezzi pesanti	Velocità media (km/h)
Senza pedaggio	+28,2	110÷120	+25,7	70÷90
Con pedaggio	+27,2	110÷120	+16,7	70÷90

attività industriale

Lavorazione	Lw di regime (dBA)	Lavorazione	Lw di regime (dBA)
Frantumazione e vagliatura	115	Autobetoniere	
Ventilazione gallerie	100	Rullo vibrocompattatore	
Dozer	110	Moto graver	
Autocarri	95	Escavatori	
Idrodemolitori		Pala caricatrice	
Gru		Autobotti per cemento	

## 4.2. SUOLO

Nell'ambito del Piano di Monitoraggio è necessario distinguere la crosta terrestre in due elementi differenti, il suolo ed il sottosuolo:

- Suolo: corrisponde alla parte più superficiale del terreno, cioè allo strato della crosta terrestre prodotto dall'azione chimica e fisica degli agenti esogeni sulle rocce e sui terreni;
- Sottosuolo: corrisponde alla porzione di crosta che si trova al di sotto del suolo e in cui sono contenuti apparati radicali.

I concetti utilizzabili come riferimenti generali per l'esame degli aspetti relativi al sottosuolo, afferiscono alla geologia, mentre quelli relativi al suolo sono presi in considerazione dalla pedologia. La prima affronta le problematiche relative alle dinamiche geomorfologiche (movimenti gravitativi, subsidenza ecc.) ai fenomeni di erosione e di evoluzione dei versanti e dei corsi d'acqua, nonché alle diverse problematiche attinenti la pericolosità sismica, di franosità ecc.. La seconda si occupa delle problematiche relative alla coltre pedogenizzata della superficie terrestre, alle interazioni con gli usi del suolo e con le tecniche agronomiche, nonché con le relative funzioni produttive, protettive e naturalistiche.

In relazione alla geologia il monitoraggio riguarda soprattutto gli impatti connessi alla stabilità dei versanti. I sistemi di monitoraggio utilizzati consistono pertanto in strumenti di misura quali inclinometri, mire topografiche, piezometri, pluviometri e sistemi di rilevamento satellitare che permettono di controllare l'evoluzione dei dissesti e, dal punto di vista ambientale, di verificare l'esistenza di eventuali relazioni tra l'avanzamento dei lavori e lo stato di attività dei dissesti. Per la precisione gli inclinometri verrebbero utilizzati per evidenziare l'innescò di fenomeni franosi e la variazione dell'entità dei movimenti durante la fase esecutiva degli scavi; analogamente, le mire topografiche evidenzerebbero il tipo di variazioni plano-altimetriche associate a tali movimenti. Piezometri e pluviometri, oltre a fornire dati utili per l'analisi ambientale di altre componenti, consentirebbero di evidenziare rispettivamente la quantità di precipitazioni ed il livello delle falde sotterranee in corrispondenza di corpi di frana: in particolare, essi permetterebbero di definire le condizioni ideologiche e idrogeologiche durante i singoli eventi di mobilitazione, evidenziando le soglie d'innescò.

**Dal punto di vista geologico** il monitoraggio è necessario a tenere sotto controllo gli eventi e le componenti determinanti nel rischio idrogeologico, sismico e vulcanico.

Il primo tipo di rischio è legato al dissesto idrogeologico che corrisponde, per definizione, ai vari stadi e forme dei processi erosivi che determinano un'alterazione dell'equilibrio geologico. Il dissesto idrogeologico comprende i seguenti fenomeni: frane, erosione dei versanti, valanghe, subsidenza indotta, piene e alluvioni, turbamento dei litorali. I più importanti

per il contesto dell'identificazione e della valutazione degli impatti sono i processi esogeni che interessano i versanti, cioè quelli che concernono direttamente la componente litosferica.

La valutazione dell'impatto idrogeologico è necessaria, non tanto per definire gli effetti delle dinamiche geologiche sull'infrastruttura in progetto, ma per procedere alla valutazione della possibilità che l'opera determini un aumento della probabilità di accadimento o della pericolosità. L'ambiente che verrà pertanto considerato è quello montano e collinare in cui durante la realizzazione dei lavori può verificarsi un'alterazione dell'equilibrio idrogeologico: in particolare le opere di scavo da considerare sono le gallerie e i tagli di versante.

In riferimento alla prima tipologia d'intervento, le problematiche d'impatto riguardano l'attraversamento di settori soggetti a dissesto, soprattutto agli imbocchi dove lo scavo di approccio alla galleria può determinare fenomeni di instabilità locale oppure favorire processi d'erosione accelerata sul versante. Per quanto riguarda lo scavo del tratto in galleria, nel caso di frane di grosse dimensioni la modifica apportata in sotterraneo al sottosuolo può non determinare una situazione d'impatto, soprattutto in presenza di processi che interessano l'intero versante (deformazioni gravitative profonde). Diversamente, quando gli scavi interessano frane di diversa tipologia (in particolare per galleria parietale) può verificarsi un incremento dell'instabilità, soprattutto quando è interessata la zona di accumulo al piede.

Nei tratti in cui l'infrastruttura in progetto è prevista a mezza costa vengono realizzati una serie di interventi tra cui il più importante in questo ambito è rappresentato dai tagli di versante. Tali scavi possono determinare un impatto in aree caratterizzate da frane, da processi d'erosione per ruscellamento diffuso o da valanghe, a causa dell'alterazione dell'equilibrio idrogeologico; in particolare, un aumento del rischio può essere indotto dall'incremento delle pendenze, dal denudamento in superficie e da variazioni del drenaggio superficiale.

Il rischio sismico e vulcanico si riferiscono entrambi a fenomeni endogeni che determinano il verificarsi di terremoti ed eruzioni in aree generalmente conosciute. Tali fenomeni, unitamente a parte dei processi di dissesto sono trattati unicamente nella parte relativa alla descrizione dello stato di fatto in quanto elementi conoscitivi. Il rischio sismico e quello vulcanico, quindi, rappresentano principalmente importanti elementi conoscitivi dell'ambiente geologico: sia la sismicità che il vulcanesimo attivo, infatti, costituiscono fenomeni che, in particolare, influenzano rispettivamente la stabilità dei versanti e l'evoluzione morfologica dell'area.

Dal **punto di vista pedologico** il monitoraggio ha lo scopo di tutelare le aree di interesse agricolo/ambientale coinvolte dalla costruzione dell'infrastruttura lineare di trasporto, verificando nel contempo l'efficacia delle previste opere di ripristino sulle aree da recuperare dal punto di vista vegetazionale ed agricolo.

Le metodologie utilizzate prevedono rilievi diretti in campagna e analisi di laboratorio per acquisire dati di fertilità e tossicità. Lungo l'area di sedime dell'infrastruttura si potranno

acquisire dati di fertilità e tossicità in fase ante-operam, in modo da sviluppare opportunamente le fasi di ripristino.

Il monitoraggio dovrà riguardare, sia in fase ante-operam che post-operam, in modo particolare le aree direttamente interessate dai cantieri operativi e quelle delle aree ad essi connesse, coinvolte da movimenti di terreno (piste di accesso, aree di manovra ecc.) laddove esso presenti una qualche valenza agricola o ambientale.

Durante la costruzione il monitoraggio dei suoli dei cantieri potrà non aver luogo perché gli stessi sono interessati dai lavori e quindi saranno momentaneamente alterati. È bene comunque prevedere sopralluoghi in corso d'opera per valutare eventuali situazioni di rischio.

Il monitoraggio riguarderà in particolare i parametri chimici indicatori di eventuali fenomeni di inquinamento, mentre i parametri più direttamente connessi con le caratteristiche agronomiche e con fertilità, avranno importanza secondaria. È opportuno eseguire anche analisi ecotossicologiche che permettono di definire il livello di contaminazione in riferimento all'effetto che questo ha sulla componente biologica.

A livello podologico, in relazione al grado di efficienza del suolo, è importante la valutazione di alcuni parametri delle proprietà fisiche e chimiche:

- la profondità (potenza) del suolo attivo, cioè esplorato dalle radici e popolato dagli organismi viventi; è una proprietà che non può essere migliorata, mentre può subire riduzioni fino al suo completo annullamento. Sarebbe pertanto importante valutare il livello di riduzione che l'opera apporta, ma soprattutto analizzare i motivi dei picchi di riduzione apportati dall'infrastruttura.
- complesso assorbente e capacità di scambio, con cui si evidenzia la quantità massima di cationi che un suolo può assorbire.
- pH, da cui dipendono l'attività biologica del suolo, la sua struttura e fertilità minerale in quanto incide sullo stato del complesso adsorbente.
- C/N (rapporto carbonio-azoto), indice dell'attività dei microrganismi del suolo e, quindi, del grado e dell'intensità della mineralizzazione della sostanza organica.

La funzione principale della rete di monitoraggio è comunque la misurazione dei parametri che servono per il calcolo degli indicatori ecologici in grado di riassumere la salute complessiva dell'ambiente legati alle dinamiche dei lavori autostradali e con l'infrastruttura prima (ante), durante e post opera.

I parametri da monitorare sono suddivisi in base al loro livello di specificità:

- **parametri generali:** devono essere monitorati in tutti i siti, indipendentemente dal tipo di degrado specifico preso in considerazione, in quanto necessari per una caratterizzazione generale del suolo e per descrivere la capacità di questo ad interagire con gli elementi che in esso sono contenuti o vengono distribuiti:
  - descrizione del profilo e classificazione del suolo;

- materiale parentale;
- caratteristiche del sito, come pendenza, aspetto, uso e gestione del suolo storica e attuale;
- profondità di campionamento (per orizzonti, per profondità fisse o entrambe);
- densità apparente;
- tessitura;
- pH (in acqua e in soluzione salina);
- carbonio organico;
- azoto totale;
- capacità di scambio cationico;
- capacità di ritenzione idrica e curva di ritenzione (punto di appassimento, capacità di campo e saturazione);
- conducibilità idraulica (laterale e verticale);
- profondità della falda;
- altri rilievi eventualmente significativi per l'indagine;
- **parametri specifici:** parametri da monitorare per particolari fenomeni di degrado in quanto mettono in evidenza peculiari caratteristiche fisiche, chimiche o biologiche:
  - diminuzione della sostanza organica: carbonio organico totale, azoto totale e rapporto C/N (parametri di interesse generale);
  - erosione: copertura vegetale, stabilità degli aggregati, conducibilità idraulica, densità apparente;
  - contaminazione diffusa: concentrazione dei metalli totali come frazione estraibile con acqua regia, in particolare arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, nichel, piombo, fosforo, selenio, zinco e radionuclidi cesio 137 e stronzio 90; viene segnalata anche l'importanza di misurare forme estraibili con una soluzione salina che sono indicatrici della bio-disponibilità degli elementi, in particolare per acidità, alluminio, cadmio, calcio, rame, fluoruri, piombo, magnesio, nichel, fosforo e potassio; infine sono indicati alcuni inquinanti organici ormai ubiquitari: composti alogenati, alchilbenzeni lineari solfonati, di-etil-ftalati, nonil-fenoli e nonil-fenoli-etossilati, IPA, PCB e diossine (PCDD e PCDF);
  - salinizzazione: conducibilità elettrica dell'estratto acquoso, sodicità (reazione alla fenoltaleina) qualità dell'acqua irrigua, cationi solubili (Na, K, Ca, Mg) per determinare il SAR o cationi scambiabili in estratto saturo, impedenza del suolo con TDR;

- contaminazione puntuale: non è possibile specificare i parametri, anche se spesso potrebbero comprendere molti di quelli sopra elencati, perché la richiesta dipende esclusivamente dalla situazione di ciascun sito.

Particolare attenzione verrà riposta a **parametri sensibili** (qualità dinamiche) che sono quelli soggetti a rapide modificazioni a seguito dell'esposizione e dell'azione dei fattori di rischio. La frequenza di campionamento e misura, in questo caso, deve essere decisa in base alla dinamica del fenomeno e a considerazioni relative alla velocità con cui questo influenza le modificazioni del parametro considerato.

I parametri generali e specifici scelti per ottenere indicazioni sul tipo di suolo analizzato e classificarlo sono di seguito organizzate in sezioni distinte.

La COM-UE 179/02 ha identificato otto minacce (parametri) principali responsabili del degrado della risorsa suolo e ai quali ci riferiamo:

1. diminuzione della sostanza organica,
2. diminuzione della biodiversità
3. contaminazione,
4. compattazione,
5. erosione;
6. cementificazione (cioè la copertura del suolo per mezzo di infrastrutture o edifici);
7. salinizzazione;
8. rischi idrogeologici (alluvioni e frane).

Per ciascuna di esse sono stati individuati specifici parametri che possono fornire utili indicazioni per la conoscenza dei fenomeni di degradazione e l'individuazione di pressioni, impatti e possibili risposte per la protezione del suolo.

Sono state raggruppate le minacce che si possono ricondurre a fenomeni che presentano una certa analogia, in particolare la diminuzione di sostanza organica e della biodiversità e, l'erosione con la compattazione.

#### **4.2.1. Perdita o diminuzione di sostanza organica e di biodiversità**

La sostanza organica è sia un costituente fondamentale del suolo (anche se minore per quantità), sia la principale sorgente di nutrienti ed energia per gli organismi viventi; il ruolo della sostanza organica è inscindibile dalla funzionalità biologica e dalla biodiversità del suolo (microrganismi e mesofauna).

Ma il ruolo principale della sostanza organica è proprio la funzione ambientale che svolge nei confronti delle acque, dell'aria e degli ecosistemi: influenza la dinamica dell'acqua nel suolo e la capacità del suolo a contrastare i fenomeni di rilascio, è il centro del ciclo del

carbonio che regola l'accumulo nel suolo o l'emissione nell'aria del carbonio sotto forma di CO<sub>2</sub>.

Parametri da monitorare	Campione Sigla:.....	Coordinate punto di prelievo		Lotto	Data	Rilevatore
		X	Y			
<i>Carbonio organico</i>						
<i>Azoto totale e rapporto C/N</i>						
<i>Azoto organico e minerale</i>						
<i>Azoto potenzialmente mineralizzabile</i>						
<i>C e N della biomassa microbica</i>						
<i>C biomassa/C organico totale</i>						
<i>Respirazione (CO<sub>2</sub> prodotta da S.O.)</i>						
<i>Respirazione/biomassa</i>						
<i>Carica microbica</i>						
<i>Qualità del suolo</i>						
<i>Attività enzimatica</i>						

#### 4.2.2. Contaminazione

La contaminazione del suolo può essere diffusa o locale sulla base dell'origine e degli effetti dei processi di inquinamento; la prima è causata dall'immissione nell'ambiente di quantità significative di prodotti chimici organici e inorganici, o provenienti da attività o da opere antropiche.

Parametri da monitorare	Campione Sigla:.....	Coordinate punto di prelievo		Lotto	Data	Rilevatore
		X	Y			
<i>Granulometria</i>						
<i>Calcare totale</i>						
<i>ph</i>						
<i>Capacità di scambio cationico</i>						
<i>Cationi di scambio (potassio, magnesio, calcio e sodio scambiabili) e</i>						

<i>grado di saturazione in Basi (GSB)</i>						
<i>Fosforo totale</i>						
<i>Azoto minerale</i>						
<i>Fosforo assimilabile</i>						
<i>Metalli totali (forma definita come pseudo-totale)</i>						
<i>Metalli assimilabili (forma definita assimilabile)</i>						
<i>Inquinanti organici</i>						

#### 4.2.3. Compattazione ed erosione

Nei suoli si possono riconoscere strati sovrapposti, detti orizzonti, costituenti il "profilo". L'orizzonte superficiale è generalmente più ricco, dei sottostanti, in sostanza organica e, oltre ad essere sede di intensi processi di alterazione e trasformazione, è quello maggiormente esposto alla degradazione causata dagli afflussi idrometeorici, all'impatto delle attività agricole e industriali, alla contaminazione da inquinanti.

Anche le lavorazioni o l'utilizzo di strumenti, di macchinari o il passaggio frequente di veicoli di elevato peso, determinano lo spostamento laterale del suolo con tassi di traslocazione (tillage erosion) che possono dare origine a forti mutamenti morfologici superficiali. La traslocazione laterale del suolo determina una ridistribuzione in campo del materiale assai diversa da quella causata dall'erosione idrometeorica.

Il compattamento viene ritenuto, specialmente a livello internazionale, una delle principali cause di degradazione del suolo ed è dovuto essenzialmente alle attività antropiche.

Il danno viene valutato in termini di porosità e soprattutto di alterazione del sistema dei pori in relazione anche agli effetti negativi sull'infiltrazione dell'acqua.

Nelle zone collinari, caratterizzate da pendenze che superano il 5-10%, la compattazione del suolo può determinare l'accelerazione dell'erosione, soprattutto se le tracce di compressione lasciate dalle ruote o dai cingoli dei veicoli si presentano lungo la massima pendenza.

Parametri da monitorare	Campione Sigla:...	Coordinate punto di prelievo		Lotto	Data	Rilevatore
		X	Y			
<i>Granulometria, frazionamento delle</i>						

<i>sabbie e scheletro</i>						
<i>Densità apparente</i>						
<i>Ritenzione idrica (C.C., P.A.)</i>						
<i>Porosità</i>						
<i>Grado di compattamento e suscettibilità al compattamento</i>						
<i>Strati compatti lungo il profilo</i>						
<i>Croste superficiali e suscettibilità alla loro formazione</i>						
<i>Perdita di struttura</i>						
<i>Erosione e rischio di erosione</i>						

#### 4.2.4. Cementificazione

La cementificazione del suolo, la forma più visibile di appropriazione del suolo da parte dell'uomo.

Il monitoraggio di questa minaccia necessita della definizione di una metodologia per definire la superficie interessata dal consumo di suolo (cave, cantiere, piste di attraversamento veicoli ecc.) ed il parametro utilizzato per misurarlo è la percentuale di superficie sottratta al suolo per "cementificazione" specie se essa risulta maggiorata senza utili motivazioni.

#### 4.2.5. Salinazione e sodicizzazione

L'eccesso di sali nel suolo determina una elevata pressione osmotica della soluzione circolante che provoca uno sviluppo stentato delle colture, specialmente in condizioni di siccità; a tale effetto può aggiungersi anche la possibile tossicità di alcuni ioni, soprattutto cloro, boro e sodio. Quando l'eccesso di sali è dovuto in buona parte ad una elevata concentrazione di sodio allora si ha anche un effetto di deterioramento della struttura del suolo per effetto della deflocculazione delle argille, con conseguente impermeabilità, asfissia, forte fessurazione.

Parametri da monitorare	Campione Sigla:.....	Coordinate punto di prelievo		Lotto	Data	Rilevatore
		X	Y			
<i>Conducibilità elettrica</i>						
<i>Calcare totale</i>						
<i>ESP (Exchangable Sodium Percentage)</i>						

#### 4.2.6. Rischi idrogeologici

La Calabria è un'area dove i dissesti idrogeologici sono molto frequenti sia, probabilmente a causa dei cambiamenti climatici in corso, sia per effetto della riduzione della capacità del territorio a trattenere le acque meteoriche dovuta, da un lato all'aumento delle superfici impermeabilizzate, dall'altro al compattamento dei suoli agrari ed alla eliminazione delle aree di espansione dei corsi d'acqua che consentivano lo sfogo dei fenomeni di piena.

Le frane rappresentano un problema storico in alcune aree a causa delle caratteristiche geologiche, che talvolta è stato intensificato per effetto dell'abbandono da parte dell'uomo e conseguente perdita degli effetti benefici della regimazione delle acque e della cura degli spazi rurali; il monitoraggio di tali fenomeni è particolarmente importante per programmare correttamente gli interventi necessari a mitigare il rischio frana.

Nella tabella che segue bisogna considerare come riferimento l'estensione areale delle zone riconosciute a rischio frana, idraulico ed eventualmente ad erosione costiera. Ci riferiamo ai dissesti idrogeologici riconosciuti nello studio svolto durante la fase di progettazione definitiva ai quali allegati si rimanda per dettagli ed approfondimenti. Altre aree, specificatamente quelle riconosciute dal PAI devono essere considerate nella percentuale di aree soggette ad erosione accelerata che interferiscono con le aree e con l'opera di nostro interesse.

Parametro da monitorare	ante operam		In corso d'opera		post opera		lotto	rilevatore
	Area	Profondità	Area	Profondità	Area	Profondità		
Rischio frana								
Rischio idraulico								
Rischio erosione costiera								

Il monitoraggio delle aree soggette a dissesto idrogeologico può essere eseguito mediante tre tipologie di aree strumentate:

- **Tipologia A:** il monitoraggio avviene mediante livellazioni ottiche di precisione, ossia l'individuazione della posizione e quindi dell'eventuale spostamento, di mire immorsate nel terreno e/o a murature;
- **Tipologia B:** vengono inserite in fori di sondaggio, le seguenti coppie di strumenti:
  - inclinometri Si tratta di tubi inseriti in fori di sondaggio che si deformano congruentemente al versante; mediante una opportuna sonda inclinometrica si legge la deformazione del tubo e quindi si può risalire alla profondità della eventuale frana, alla sua velocità ed alla direzione dello spostamento;

- Piezometri Sono tubi finestrati all'interno dei quali si inserisce un freatometro che consente di conoscere la posizione della superficie della falda acquifera eventualmente presente.
- **Tipologia C:** Si effettuano congiuntamente livellazioni ottiche di precisione e rilievi inclinometrici e piezometrici.

L'interpretazione dei rilievi effettuati permette la completa analisi dei fenomeni in atto, mediante la valutazione delle interferenze con:

1. Infrastrutture principali;
2. imbocchi di gallerie;
3. spalle e/o pile di viadotti;
4. opere di cantierizzazione;
5. viabilità di servizio;
6. campi, cantieri ed aree di deposito;
7. frane riconosciute;

L'interpretazione dei rilievi effettuati permette la completa analisi dei fenomeni in atto, mediante la valutazione di:

8. Spessori dei movimenti franosi;
9. Velocità della frana;
10. Direzione dello spostamento;
11. Correlazioni tra questi parametri e la variazione del livello di falda;

#### **4.3. AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE**

Nel caso di grandi infrastrutture, come l'autostrada A3 SA-RC, è necessario tenere sotto controllo la qualità delle acque mediante campagne di monitoraggio dei parametri chimico-fisici più rappresentativi dell'inquinamento derivante dall'esercizio dell'infrastruttura stessa. Il controllo biologico potrà attuarsi mediante il monitoraggio delle specifiche biocenosi degli ecosistemi interessati quali quella dei macrovertebrati.

In occasione dell'ammodernamento dell'autostrada le principali possibili alterazioni sul sistema idrografico possono essere:

- accentuazione delle dinamiche idrauliche nel caso di eventi alluvionali;
- inquinamento dei corpi idrici superficiali

La presenza di un'infrastruttura, in particolare di opere in rilevato, in aree soggette ad inondazione può comportare la modifica della dinamica idraulica in occasione di eventi di piena. Il rilevato costituisce infatti una barriera all'espansione delle acque, determinando una riduzione delle aree inondabili nel settore in cui è presente l'opera ed un aumento del livello e delle aree inondabili nel settore opposto. La riduzione di aree di espansione delle acque di piena

determinata dalla presenza di opere in rilevato può comportare inoltre una minore entità nel processo di laminazione dell'onda di piena, e dunque valori maggiori di portata e di livello nelle sezioni di valle rispetto a quanto si verificherebbe in assenza delle opere considerate.

In sintesi le modifiche delle condizioni di deflusso delle acque di piena, che per salvaguardia dell'ambiente e dell'infrastruttura stessa vanno monitorate, possono consistere:

- aumento del livello del pelo libero delle acque di piena;
- aumento della portata nei settori di valle a causa della riduzione dei fenomeni di laminazione;
- ampliamento delle aree inondate nel settore di fondovalle opposto a quello in cui è presente l'opera;
- sbarramento delle acque di ruscellamento provenienti dalle zone di monte e dirette in alveo;
- deviazione del corso della corrente in caso di opere poste trasversalmente a questa.

Ai fini delle successive considerazioni relative ai potenziali impatti derivanti dalla presenza dell'opera in aree inondabili, e dei conseguenti effetti sulla dinamica delle acque durante eventi alluvionali, è necessario analizzare i fenomeni di piena verificatisi in passato. Tale analisi si basa necessariamente sui dati raccolti relativamente a tali eventi e deve consentire l'individuazione delle aree soggette ad inondazione e l'entità dei potenziali danni causati dalla dinamica delle acque di piena.

Per quanto invece riguarda la qualità e gli aspetti chimici e biologici delle acque superficiali gli effetti da monitorare possono essere temporanei, accidentali, continui. Essi sono legati all'alterazione diretta delle condizioni chimico-fisiche e quindi all'alterazione indiretta delle caratteristiche biologiche delle acque. Le cause possono essere dovute sia ad azioni meccaniche che interessano fisicamente il corpo idrico o ad immissioni di sostanze inquinanti. I principali effetti da monitorare, in relazione a ciò che una infrastruttura lineare può provocare sulla qualità delle acque superficiali, sono:

- in fase di costruzione
  - danni prodotti per aumento di torpidità;
  - scarico di reflui potenzialmente inquinanti nei corsi d'acqua a valle;
- in fase di esercizio
  - inquinamento causato dal dilavamento nelle acque meteoriche del articolato emesso dagli autoveicoli e depositatosi sulla sede stradale;
  - inquinamento di origine salina generato dallo spargimento sulla piattaforma di cloruro di sodio onde evitare la formazione e la permanenza di ghiaccio e neve sul manto stradale;

- inquinamento accidentale provocato da perdite di sostanze inquinanti causate da incidenti stradali.

Il monitoraggio della qualità delle acque dovrà fare riferimento alla classificazione in base all'Indice Biologico Esteso. Si dovranno valutare, in base anche al reperimento di dati di campagne di analisi chimico-fisiche, le specifiche situazioni in rapporto alla natura degli apporti antropici e delle correlazioni dei corpi idrici, in particolare per quanto esse possono modificare la qualità con diluizioni o con concentrazioni. Nel corso del monitoraggio occorre individuare i corpi idrici situati nell'area in cui è localizzata l'opera di progetto e che in qualche misura possono essere interessati. Devono inoltre essere individuati gli usi principali in atto e potenziali dei corpi idrici oggetto di studio nonché la compatibilità della caratteristiche qualitative delle acque con gli usi stessi; tale verifica verrà effettuata sulla base dei dati analitici con riferimento alle normative in atto. È opportuno usare indicatori sintetici che descrivono la qualità dell'acqua in relazione all'ecologia acquatica, alla idoneità di utilizzazione a scopo potabile, alle condizioni trofiche. In base alla sola determinazione dei parametri chimico-fisici, per le acque superficiali non esiste un indicatore ideale od universale e di conseguenza si tende ad introdurne molti per migliorare la valutazione, incrementando la complessità della procedura e generando molti dati difficili da trattare ed interpretare. Per superare queste difficoltà si introducono degli schemi per mezzo dei quali i dati ottenuti dall'applicazione della procedura di monitoraggio sono comparati con criteri di qualità standardizzati per classi di qualità delle acque. Il riferimento per la classificazione può essere lo schema elaborato dall'IRSA (IRSA-CNR quad.84) per il monitoraggio delle acque del Po che prende in considerazione un set limitato di parametri (ossigeno disciolto, BOD<sub>5</sub>, COD, nitrati, fosfati, ione ammonio, coliformi fecali).

Il monitoraggio delle acque superficiali è previsto quindi in modo da garantire il rilievo e la parametrizzazione delle caratteristiche dei corsi d'acqua attraverso due principali attività di acquisizione dei dati:

- **Indagini per campagne.** Le indagini per campagne sono condotte con misure periodiche (a frequenza variabile in funzione delle attività di cantiere e dei parametri da monitorare) presso siti prestabiliti ubicati in modo da rappresentare un valido presidio per la valutazione della qualità dei corsi d'acqua.
- **Monitoraggio degli indicatori** che sono definiti in base a:
  - prescrizioni normative e legislative nazionali ed europee;
  - caratteristiche specifiche dei corsi d'acqua interferiti dalle attività di cantiere e dal traffico veicolare nella fase di esercizio.

Il Piano di Monitoraggio ambientale relativo alla componente in oggetto prevede in entrambi i casi, trasformazioni delle dinamiche idriche e inquinamento dei corpi idrici, l'attivazione di indagini periodiche ed in continuo da attuare per lo stato nelle seguenti fasi:

- prima della realizzazione dei lavori (Ante Operam)

- durante la costruzione (Corso d'Opera)
- per i primi 12 mesi di esercizio (Post Operam).

#### 4.4. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

##### 4.4.1. Misura e monitoraggio della quantità della risorsa idrica sotterranea (Misure idrologiche)

Tali misurazioni si basano sulla valutazione del grado di sfruttamento della risorsa idrica. In generale, per la classificazione quantitativa vengono considerati due indicatori:

- portata delle sorgenti o delle emergenze idriche naturali;
- livello piezometrico.

I dati ottenuti nei diversi monitoraggi devono essere elaborati in modo da stabilire alcuni parametri variabili, ed in particolare:

- morfologia della superficie piezometrica;
- escursioni piezometriche;
- variazioni delle direzioni di flusso;
- entità dei prelievi;
- variazioni delle portate delle sorgenti o emergenze naturali delle acque sotterranee;
- eventuali variazioni dello stato chimico indotto dai prelievi;
- movimenti verticali del livello del suolo connesse all'estrazione di acqua dal sottosuolo.

Le misure quantitative concorrono a caratterizzare intrinsecamente sia l'acquifero che l'attuale stato di sfruttamento, così come sintetizzato nella tabella seguente (Cfr tab.1).

CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO	Tipologia dell'acquifero
	Spessore utile dell'acquifero
	Permeabilità dell'acquifero
	Coefficiente di immagazzinamento
SFRUTTAMENTO DELL'ACQUIFERO	Trend della piezometria
	Prelievi civili, industriali, agricoli e zootecnici

*T1 - Indicatori principali per la caratterizzazione intrinseca di un acquifero*

La caratterizzazione intrinseca di un acquifero si ottiene a partire da prove di emungimento in pozzi. Lo studio della falda attraverso pozzo è solitamente eseguito in regime di equilibrio (Dupuit-Dupuit/Thiem method).

Le prove di emungimento su pozzi singoli consentono di acquisire dati per la costruzione della curva caratteristica del pozzo (relazione analitica che definisce la portata emungibile in funzione delle depressioni dinamiche di falda), consentendo altresì di valutare la portata critica (limite massimo di sfruttamento consigliabile per il pozzo allo scopo di evitare un degrado irreversibile), la portata di esercizio, la

portata specifica nonché il suo raggio di azione. Le prove sono eseguite generalmente a gradini di portata crescente (regime di equilibrio) dalla durata variabile di 48÷72 ore.

Durante tali applicazioni vengono misurate:

- il livello statico di falda (quota piezometrica dell'acqua di falda in corrispondenza del pozzo quando non si ha alcun emungimento dal pozzo medesimo);
- in funzione delle portate emunte, gli abbassamenti e le risalite piezometriche corrispondenti;
- la portata di esercizio;
- la portata specifica (abbassamento per unità di depressione piezometrica);
- la curva di esaurimento;
- il coefficiente di permeabilità;
- la trasmissività;
- il coefficiente di immagazzinamento;
- la diffusività.

Delle sorgenti è necessario, preventivamente, reperire una raccolta dati pregressi su un intervallo temporale più ampio possibile del regime storico della sorgente stessa ed in oltre eseguire la misura delle seguenti grandezze:

- portata di esercizio;
- portata specifica;
- curva di esaurimento;
- modalità di captazione;
- bacino idrogeologico sotteso.

Infine sia per i pozzi che per le sorgenti risulta necessario un prelievo di campioni da analizzare in laboratorio per definire le caratteristiche chimico-batterologiche e fisiche con test di biotossicità.

Ogni sopralluogo, rilievo e/o prelievo di campione deve prevedere la compilazione di una scheda di rilevamento, con eventuale documentazione fotografica a supporto, che contenga almeno le informazioni indicate in tab. 2.

<b>Pozzo</b>	<b>Codice identificativo</b>	<b>Nome Operatore</b>	<b>Data rilevamento</b>	<b>Ubicazione</b>	<b>Coordinate, quota delle opere interferenti</b>	<b>Proprietario</b>
Pozzo .....						
Sorgente ....						

T2 - Scheda di rilevamento

Sotto il profilo idrologico assumono particolare rilievo le indagini che si rendono necessarie per lo studio ed il controllo del regime delle falde sotterranee, non solo in funzione delle variazioni del livello piezometrico, ma anche in funzione delle portate che vengono sottratte alle falde stesse mediante emungimenti dai pozzi e dalle sorgenti considerate anche in funzione di eventuali interferenze negative che si instaurano tra gli acquiferi e le attività antropiche e le opere previste.

Gli elementi idrologici che in via prioritaria dovranno essere accertati sono costituiti essenzialmente dai livelli freatici e piezometrici e dalle portate che vengono emunte dai pozzi o che defluiscono liberamente dalle sorgenti, tutti elementi da rilevare secondo le metodologie riconosciute dalla legislazione vigente e dalle normative tecniche.

Le misurazioni dovranno essere svolte più volte nell'anno idrologico, e possibilmente in modo contemporaneo ai punti di osservazione di un medesimo corpo idrico. Comunque, data la complessità dell'indagine da effettuare, nella prima fase si potranno utilizzare i dati disponibili relativi a studi già eseguiti o comunque facilmente rilevabili, rivolgendo l'attenzione soltanto a quelle falde interessate o potenzialmente tali da problemi di inquinamento.

Anche le indagini relative alla qualità delle acque dovranno essere effettuate più volte, con frequenza almeno stagionale, nell'anno e possibilmente in modo contemporaneo ai punti di osservazione significativi di un medesimo corpo idrico, scelti in maniera adeguata.

In particolare per la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei sotto il profilo qualitativo, le determinazioni dovranno essere, in generale, limitate ad un ristretto numero di parametri analitici fondamentali. Accanto a questi si dovranno rilevare, caso per caso, parametri specifici, legati cioè alla presenza di particolari fenomeni di contaminazione.

La fase conoscitiva ha come scopo principale la caratterizzazione qualitativa degli acquiferi. Deve avere come risultato:

- definire lo stato attuale delle conoscenze relative agli aspetti quantitativi e qualitativi delle acque sotterranee;
- costituire una banca dati informatizzata dei dati idrogeologici e idrochimici;
- localizzare i punti d'acqua sotterranea potenzialmente disponibili per le misure;
- ricostruire il modello idrogeologico, con particolare riferimento ai rapporti di eventuale intercomunicazione tra i diversi acquiferi e tra le acque superficiali e le acque sotterranee.

Le informazioni da raccogliere devono essere relative ai seguenti elementi:

- studi precedentemente condotti (idrogeologici, geotecnici, geofisici, geomorfologici, ecc) con relativi eventuali elaborati cartografici (carte geologiche, sezioni idrogeologiche, piezometrie, carte idrochimiche, ecc);
- dati relativi ai pozzi e piezometri, quali: ubicazione, stratigrafie, utilizzatore (pubblico o privato), stato di attività (attivo, in disuso, cementato);
- dati relativi alle sorgenti quali: ubicazione, portata, utilizzatore (pubblico o privato), stato di attività (attiva, in disuso, ecc.);

- dati relativi ai valori piezometrici;
- dati relativi al regime delle portate delle sorgenti;
- dati esistenti riguardanti accertamenti analitici sulla qualità delle acque relative a sorgenti, pozzi e piezometri esistenti;
- reticoli di monitoraggio esistenti delle acque sotterranee.

Devono essere inoltre considerati tutti quegli elementi addizionali suggeriti dalle condizioni locali di insediamento antropico o da particolari situazioni geologiche e geochimiche, nonché della vulnerabilità e rischio della risorsa. Dovranno inoltre essere valutate, se esistenti, le indagini relative alle biocenosi degli ambienti sotterranei.

Le azioni conoscitive devono essere accompagnate da tutte quelle iniziative necessarie ad acquisire tutte le informazioni e le documentazioni in materia presenti presso gli enti che ne dispongono, i quali ne dovranno garantire l'accesso.

Sulla base delle informazioni raccolte, delle conoscenze a scala generale e degli studi precedenti, verrà ricostruita la geometria dei principali corpi acquiferi presenti evidenziando la reciproca eventuale intercomunicazione compresa quella con le acque superficiali, la parametrizzazione (laddove disponibile) e le caratteristiche idrochimiche, e dove presenti, quelle biologiche.

La ricostruzione idrogeologica preliminare dovrà quindi permettere la formulazione di un primo modello concettuale, intendendo con questo termine una schematizzazione idrogeologica semplificata del sottosuolo e una prima parametrizzazione degli acquiferi. In pratica devono essere qui riassunte le proprietà geologiche, le caratteristiche idrogeologiche del sistema, con particolare riferimento ai meccanismi di ricarica degli acquiferi ed ai rapporti tra le falde, i rapporti esistenti tra acque superficiali e acque sotterranee, nonché alle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee.

#### **4.4.2. Misura e monitoraggio della qualità della risorsa idrica sotterranea (Misure fisico- chimico-batteriologiche)**

Tali misure si basano sulla valutazione di alcuni parametri fisici e chimici definiti "macrodescrittori" dal D.lgt. 152/99 (al quale si rimanda per approfondimenti):

- cloruri;
- conducibilità elettrica;
- ferro;
- ione ammonio;
- manganese;
- nitrati;
- solfati.

Attraverso la valutazione delle misure quantitative può essere quindi definito il cosiddetto Stato Quantitativo delle Acque Sotterranee (Indice SQuAS), che viene ripartito in quattro classi caratterizzate nel modo seguente:

**Classe A:** impatto antropico nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Estrazioni o alterazioni della velocità di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.

**Classe B:** impatto antropico ridotto, moderate condizioni di disequilibrio del bilancio, senza però condizione di sovrasfruttamento; sostenibile sul lungo periodo.

**Classe C:** impatto antropico significativo con notevole uso della risorsa.

**Classe D:** impatto antropico nullo o trascurabile, ma scarsa potenzialità idrica naturale.

I parametri e i relativi valori numerici di riferimento per la classificazione quantitativa dei corpi idrici sotterranei, dovranno essere definiti dalle regioni utilizzando gli indicatori generali elaborati sulla base del monitoraggio secondo i criteri indicati dalle Agenzie Regionali e Nazionali di Protezione Ambientale, in base alle caratteristiche dell'acquifero (tipologia, permeabilità, coefficienti di immagazzinamento) e del relativo sfruttamento (tendenza piezometrica o delle portate, prelievi per vari usi).

Un corpo idrico sotterraneo è in condizioni di equilibrio quando le estrazioni o le alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili per lungo periodo (almeno 10 anni): sulla base delle alterazioni misurate o previste di tale equilibrio viene definito lo stato quantitativo.

Analogamente, la rilevazione delle misure chimiche, in particolare dei parametri macrodescrittori, consente di rilevare lo Stato Chimico delle Acque Sotterranee (Indice SCAS), secondo la tabella di seguito riportata:

Le Misure Chimiche riguarderanno le rilevazioni dei parametri di seguito riportati

Parametro	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0
Conducibilità elettrica	$\mu\text{Scm}^{-1}$ (20°C)	$\leq 400$	$\leq 2500$	$\leq 2500$	$> 2500$	$> 2500$
Cloruri	mg/l	$\leq 25$	$\leq 250$	$\leq 250$	$> 250$	$> 250$
Manganese	$\mu\text{g/l}$	$\leq 20$	$\leq 50$	$\leq 50$	$> 50$	$> 50$
Ferro	$\mu\text{g/l}$	$< 50$	$< 200$	$\geq 200$	$> 200$	$> 200$
Nitrati	mg/l	$\leq 5$	$\leq 25$	$\leq 50$	$> 50$	-
Solfati	mg/l	$\leq 25$	$\leq 250$	$\leq 250$	$> 250$	$> 250$
Ione ammonio	mg/l	$\leq 0,05$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$> 0,5$	$> 0,5$

T3 - Classificazione chimica in base ai macrodescrittori (D.lgt. 152/99)

Per ogni parametro va calcolato il valore medio nel periodo di riferimento considerato. La classificazione è determinata dal valore di concentrazione peggiore riscontrato nei diversi parametri.

A seconda della classe chimica in cui ricade il corpo idrico sotterraneo oggetto di indagine, può essere definito il relativo Stato Qualitativo, ripartito nelle seguenti classi di qualità:

<b>Classe 1.</b>	impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche.
<b>Classe 2</b>	impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo; buone caratteristiche idrochimiche.

<b>Classe 3</b>	impatto antropico significativo ; caratteristiche idrochimiche in genere buone; alcuni segnali di compromissione
<b>Classe 4</b>	impatto antropico rilevante; caratteristiche idrochimiche scadenti.
<b>Classe 0</b>	impatto antropico nullo o trascurabile, ma caratteristiche idrochimiche naturali particolari.

T4 - Definizione dello stato qualitativo delle classi chimiche di classificazione.

L'interpolazione delle Classi A, B, C, D (Indice SQuAS) e delle Classi 1, 2, 3, 4, 0 (SCAS), utilizzando lo schema sotto riportato, fornisce lo Stato Ambientale (quali-quantitativo) delle Acque Sotterranee (Indice SAAS).

Affinché le misure assumano significatività, occorre che le misure quantitative vengano effettuate almeno mensilmente sui piezometri e pozzi. Sulle sorgenti può essere necessaria una maggior frequenza nelle misurazioni.

Per quanto riguarda le analisi chimiche queste debbono essere effettuate almeno con cadenza semestrale in corrispondenza dei periodi di massimo e minimo deflusso delle acque sotterranee.

<b>Stato elevato</b>	<b>Stato buono</b>	<b>Stato sufficiente</b>	<b>Stato scadente</b>	<b>Stato particolare</b>
1-A	1-B	3-A	1-C	0-A
-	2-A	3-B	2-C	0-B
-	2-B	-	3-C	0-C
-	-	-	4-C	0-D
-	-	-	4-A	1-D
-	-	-	4-B	2-D
-	-	-	-	3-D
-	-	-	-	4-D

T5 - Stato ambientale dei corpi idrici sotterranei (D.lgt. 152/99)

Le definizioni dei cinque stati di qualità ambientale sono riportate nello schema che segue di tab.6 così come esposte nel D.lgt. 152/99.

<b>Elevato</b>	Impatto antropico nullo o trascurabile sulla qualità e quantità della risorsa, con l'eccezione di quanto previsto nello stato naturale particolare;
<b>Buono</b>	Impatto antropico ridotto sulla qualità e/o quantità della risorsa;
<b>Sufficiente</b>	Impatto antropico ridotto sulla quantità, con effetti significativi sulla qualità tali da richiedere azioni mirate ad evitarne il peggioramento;
<b>Scadente</b>	Impatto antropico rilevante sulla qualità e/o quantità della risorsa con necessità di specifiche azioni di risanamento;
<b>Naturale Particolare</b>	Caratteristiche qualitative e/o quantitative che pur non presentando un significativo impatto antropico, presentano limitazioni d'uso della risorsa per la

	presenza naturale di particolari specie chimiche o per il basso potenziale quantitativo.
--	--

T6 - Definizione degli stati ambientali dei corpi idrici sotterranei (D.lgt. 152/99)

Vengono inoltre previsti diversi parametri addizionali che comprendono i metalli pesanti, ed alcuni inquinanti organici (composti alifatici alogenati totali, pesticidi totali e individuali), i cui valori, se superiori ai valori riportati nella legge, fanno rientrare le acque nella classe 4, ossia la peggiore.

Inquinanti inorganici	µg/L	Inquinanti organici	µg/L
Alluminio	≤200	Composti alifatici alogenati totali	10
Antimonio	≤5	di cui:	
Argento	≤10	- 1,2-dicloroetano	3
Arsenico	≤10	Pesticidi totali <sup>(1)</sup>	0,5
Bario	≤2000	di cui:	
Berillio	≤4	- aldrin	0,03
Boro	≤1000	- dieldrin	0,03
Cadmio	≤5	- eptacloro	0,03
Cianuri	≤50	- eptacloro epossido	0,03
Cromo tot.	≤50	Altri pesticidi individuali	0,1
Cromo VI	≤5	Acrilamide	0,1
Ferro	≤200	Benzene	1
Fluoruri	≤1500	Cloruro di vinile	0,5
Mercurio	≤1	IPA totali <sup>(2)</sup>	0,1
Nichel	≤20	Benzo (a) pirene	0,01
Nitriti	≤500	<i>(1) In questo parametro sono compresi tutti i composti organici usati come biocidi (erbicidi, insetticidi, fungicidi, acaricidi, algicidi, nematocidi ecc.);</i>	
Piombo	≤10		
Rame	≤1000		
Selenio	≤10		
Zinco	≤3000		
		<i>(2) Si intendono in questa classe i seguenti composti specifici: benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(ghi)perilene, indeno(1,2,3-cd)pirene.</i>	

T7 - Parametri addizionali (D.lgt. 152/99)

## 4.5. VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

### 4.5.1. Fauna

Nello studio da effettuare dovranno essere monitorate le specie appartenenti alle diverse classi animali. Particolare attenzione dovrà essere rivolta alle specie definite "protette", quindi già incluse in letteratura secondo le normative della Direttiva Habitat e della Convenzione di Berna, alle specie "bioindicatrici" e alle specie endemiche, cioè che si trovano solo ed esclusivamente in un determinato territorio.

Qui di seguito verranno elencate le eventuali specie da monitorare. Ogni specie presenta tecniche, metodologie, tempi e frequenze diverse di monitoraggio.

Per monitorare gli **anfibi** si effettuano rilevamenti per osservazione diretta (metodo dei quadrati e metodo dei transetti) e metodi di cattura, marcatura e ricattura. Il metodo dei quadrati campione consente, noto il rapporto tra la superficie dell'area di studio e superficie dei quadrati campionati, di calcolare il numero totale di esemplari presenti nell'area di studio. Il metodo dei transetti permette di stimare la variazione e l'abbondanza relativa delle specie lungo un gradiente ambientale.

Tra i metodi di tramite cattura e ricattura quello più noto e di più semplice applicazione, è il metodo di Petersen che prevede la cattura di un campione di popolazione, la marcatura e il rilascio (Giacoma, 2001). La marcatura può essere eseguita mediante toe-clipping, tacche sulla plica caudale (Urodeli in fase riproduttiva) o innesto di "microtrasponder". Una volta trascorso un tempo sufficiente (almeno 12 ore) affinché gli animali catturati si mescolino alla popolazione di origine, si procede ad una seconda campagna di catture in cui verranno catturati parte degli animali marcati precedentemente. Mediante l'applicazione dell'indice di Petersen (Heyer et al., 1994) è possibile stimare il volume della popolazione, purché questa sia chiusa. Il tempo necessario per l'effettuazione del campionamento dipende dall'estensione e dalla tipologia ambientale dell'area da campionare (si richiede un minimo di tre giorni). I campionamenti con metodi di cattura-marcaggio-ricattura dovranno continuare fino a che il risultato della formula di Petersen diventerà costante

I principali metodi utilizzati per stimare le abbondanze dei **rettili** prevedono la cattura e ricattura degli individui. I rettili vengono, nella maggior parte delle volte, catturati manualmente. I sauri si catturano anche utilizzando una canna e un filo di nylon montato con cappio e nodo scorsoio, nel quale si cerca di fare entrare il capo degli animali. A differenza degli anfibi, i rettili si possono marcare anche con vernici indelebili; nel caso degli ofidi, mediante il prelievo di scaglie ventrali sopra la cloaca. Le tartarughe di acqua dolce vengono catturate con l'utilizzo di nasse posizionate in canali o pozze con profondità maggiori di 60 cm o con catture a mano tramite retini in siti con profondità dell'acqua minore di 60 cm. Gli individui vengono marcati (Stubbs, et al. 1984) e misurati (Zuffi e Gariboldi 1995) mediante tacche effettuate con un seghetto sulle placche laterali.

I risultati ottenuti da queste tipologie di censimento, sia per gli anfibi che per i rettili, portano alla compilazione di una check-list ed alla elaborazione di grafici e di carte di distribuzione.

I programmi di monitoraggio delle specie di **uccelli** nidificanti utilizzano metodologie dirette principalmente al conteggio delle specie "comuni" intendendo con questo in primo luogo i Passeriformi e gli ordini ecologicamente affini (Columbiformi, Cuculiformi, Apodiformi, Coraciformi e Piciformi). In Italia, questi gruppi di uccelli rappresentano il 59% di tutta l'avifauna nidificante sul territorio.

Per il censimento di queste specie, in ambito Europeo ed extra-europeo, sono stati sviluppati diversi metodi di applicazione generale che rientrano in tre categorie principali: i mappaggi, i transetti e i campionamenti puntiformi. Al Mappaggio si sono progressivamente sostituite le tecniche campionarie dei transetti e dei campionamenti puntiformi con cui si possono raccogliere informazioni sui cambiamenti nell'abbondanza (osservata) delle singole specie passando da un ambiente all'altro o da un momento all'altro. Queste tecniche di rilevamento consentono inoltre di eseguire survey su vasta scala con sforzo di rilevamento relativamente ridotto.

Per effettuare un piano di monitoraggio ambientale il metodo ottimale è quello dei campionamenti puntiformi.

I campionamenti puntiformi sono conteggi eseguiti in stazioni di rilevamento distribuite sul territorio in base ad obiettivi mirati ad indagare gli effetti delle caratteristiche ambientali.

La versione originale del metodo (Blondel et al., 1981) prevede l'esecuzione di una sessione di rilevamento nel periodo di massima attività canora della singole specie, che in Calabria corrisponde al mese di maggio, attraverso l'individuazione di alcuni punti di campionamento in cui ogni operatore dovrà recarsi per annotare su un'apposita scheda tutte le specie ascoltate o direttamente osservate durante un intervallo di tempo di 10 minuti.

I **mammiferi** verranno monitorati tramite l'individuazione random di percorsi lineari (transetti) con lo scopo di intercettare eventuali segni di presenza (impronte, escrementi, resti alimentari, tane o rifugi).

Il censimento dei **micromammiferi** avverrà sia attraverso il metodo di cattura-marcatura-ricattura, sia tramite l'analisi delle borre di alcuni strigiformi, in particolare del Barbagianni. La cattura verrà effettuata con trappole a caduta disposte o a intervalli regolari in modo da formare una "griglia di cattura" o in transetto. Con questi dati e mediante l'utilizzo successivo di opportune proporzioni ed indici si ricaverà i valori di densità della popolazione campionata per valutare le variazioni nel tempo della composizione e della struttura delle comunità.

**Monitoraggio della mortalità stradale:** l'analisi dell'andamento nel tempo del numero degli animali uccisi per km stradale e il rapporto tra la mortalità stradale e il livello delle popolazioni nelle aree circostanti costituisce un sistema di monitoraggio che, affiancato ai sistemi tradizionali, permette di valutare la distribuzione e l'abbondanza relativa di alcune specie faunistiche e l'impatto esercitato su di esse dalle fasi di costruzione e di esercizio dell'autostrada. E' possibile, inoltre, valutare l'efficacia delle opere di mitigazione dell'impatto, quali barriere e sottopassi per la fauna.

#### 4.5.2. Vegetazione e flora

L'analisi della vegetazione si effettuerà mediante un rilievo fitosociologico, che si basa sulla raccolta di dati sia qualitativi (elenchi di specie = flora) sia quantitativi (fitomassa delle singole specie).

Il rilievo si può suddividere nelle seguenti fasi:

- delimitazione di un'area unitaria sufficiente a contenere tutti gli elementi della vegetazione studiata (popolamento elementare);
- inventario completo di tutte le specie presenti;
- stima a occhio della copertura di ciascuna specie rilevata.

La stima della copertura si effettua basandosi su una scala convenzionale (Braun-Blanquet, modificata da Pignatti in Cappelletti C. Trattato di Botanica, 1959):

- R: individui rari
- +: copertura < 1%
- 1: copertura 1–20 %
- 2: copertura 20–40%
- 3: copertura 40–60%
- 4: copertura 60–80%
- 5: copertura 80–100%

I dati campionati con il rilievo fitosociologico verranno gestiti attraverso un elaboratore e uno specifico software con il quale si realizzerà una tabella fitosociologica. Quest'ultima sarà strutturata in modo tale da comprendere nella prima colonna l'elenco di specie e nelle successive le coperture corrispondenti ad ogni singola specie, riferite ad un sito. Inoltre, la tabella conterrà altre informazioni: alcune delle quali descriveranno meglio la vegetazione come la stratificazione, altre maggiormente il territorio come l'altitudine, l'inclinazione, la superficie, ecc...

Lo studio della vegetazione si basa su un numero consistente di rilievi che permettono anche di ottenere dati medi generalizzabili. I rilievi simili vengono aggregati e comparati tra loro per definire i tipi di vegetazione.

La raccolta dei dati sarà finalizzata ad un'analisi qualitativa e quantitativa della vegetazione.

#### 4.6. ATMOSFERA

Scopo delle analisi ambientali condotte su scala locale è quello di analizzare la modifica della composizione dell'aria di piccole aree, soprattutto urbane.

L'entità dell'inquinamento di un'area è determinata dalla pericolosità biologica delle sostanze immesse in atmosfera. Il grado della pericolosità non dipende solo dal tipo di sostanza considerata, ma anche da altri fattori quali, ad esempio, il tempo di persistenza in atmosfera, i processi dinamici di diffusione, etc.

La grande varietà di elementi che possono essere immessi nell'atmosfera dalle attività naturali e da quelle antropiche rende difficile realizzare una classificazione precisa degli inquinanti.

Usualmente, essi sono distinti in inquinanti primari e inquinanti secondari.

Gli inquinanti primari sono quelli che vengono immessi nell'atmosfera direttamente dalle sorgenti; tra questi è possibile includere ceneri, vapori, polvere e fumi, nonché gas inorganici come il monossido di carbonio (CO), l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), l'ossido di azoto (NO), il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), oltre agli idrocarburi (HC).

Gli inquinanti secondari sono quelli che si formano nell'atmosfera per effetto dell'interazione chimica e fotochimica fra gli inquinanti primari e i componenti ordinari dell'atmosfera stessa.

Tra gli inquinanti secondari, ricordiamo l'anidride solforica (SO<sub>3</sub>), il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), l'ozono (O<sub>3</sub>), il perossiacetilnitrato (PAN), aldeidi e chetoni, nonché diversi sali su base zolfo e azoto.

Gli inquinanti che devono essere presi in considerazione, nello studio dell'inquinamento da traffico autoveicolare, sono i seguenti:

- polveri PTS – PM<sub>10</sub>;
- monossido di carbonio (CO);
- anidride carbonica (CO<sub>2</sub>);
- ossido di azoto (NO);
- biossido di azoto (NO<sub>2</sub>);
- anidride solforosa (SO<sub>2</sub>);
- idrocarburi metanici e non metanici;
- ozono (O<sub>3</sub>);
- benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

In osservanza delle disposizioni legislative vigenti, nel seguito sono riportati i livelli di attenzione e di allarme e, di conseguenza, i valori per dichiarare gli stati di attenzione e di allarme, nonché i valori di qualità.

Per quanto concerne la concentrazione di ozono, valori di riferimento sono riportati nella tabella seguente.

<b>Livello per la protezione della salute</b>	110 µg/m <sup>3</sup> come valore medio su 8 ore
<b>Livello per la protezione della vegetazione</b>	200 µg/m <sup>3</sup> valore medio su 1 ora 65 µg/m <sup>3</sup> valore medio su 24 ore
<b>Livello di attenzione (o informazione della popolazione)</b>	180 µg/m <sup>3</sup> valore medio su 1 ora
<b>Livello di allarme</b>	360 µg/m <sup>3</sup> valore medio su 1 ora

*T8 - Valori di riferimento per l'inquinamento da ozono*

Nella tabella T9 sono riportati i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo, secondo le disposizioni della direttiva 99/30/CE.

La direttiva prevede margini di tolleranza per i diversi inquinanti variabili nel tempo. I margini di tolleranza rappresentano i valori dei livelli di inquinamento che, nei diversi periodi di tempo a partire dal momento in cui la direttiva è entrata in vigore, sono consentiti. Essi sono espressi come percentuale del valore limite e decrescono in modo continuo anno dopo anno, fino al raggiungimento del valore limite stesso.

I dati riportati nelle tabelle T8, T9, T10 dovranno pertanto essere aggiornati qualora, nel corso del monitoraggio, fossero emanati provvedimenti legislativi di recepimento delle direttive comunitarie sull'argomento.

Sono riportate, per il biossido di zolfo e per il biossido di azoto, le soglie d'allarme, ovvero i valori del livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana anche in caso di esposizione di breve durata. Sono riportati anche indicazioni sulle informazioni che le Autorità locali devono fornire al pubblico in caso di superamento dei livelli di allarme.

La direttiva non fissa valori di soglia per il particolato, dal momento che non sono noti valori di concentrazioni per i quali si manifestano effetti nocivi per la salute umana. Anche nel caso del piombo non è fissata alcuna soglia in quanto i rischi per la salute umana alle concentrazioni nelle quali si trova generalmente nell'aria ambiente possono aversi solo in caso di esposizioni di lunga durata. La Direttiva impegna gli Stati membri, nel caso di superamento dei valori di soglia, ad informare la popolazione e a trasmettere alla Commissione Europea i dati relativi ai livelli registrati e alla durata degli episodi di inquinamento entro tre mesi dal rilevamento.

La Direttiva 00/69/CE "Valori limite di qualità dell'aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio" stabilisce i valori limite di qualità dell'aria ed i margini di tolleranza per il benzene ed il monossido di carbonio. (Tabella T12)

INQUINANTE	VALORE LIMITE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Superamento tollerabile	Periodo di riferimento	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
SO <sub>2</sub>	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24	1 ora	1° gennaio 2005
	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	24 ore	1° gennaio 2005
SO <sub>2</sub> (Prot. ecosistemi)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Anno civile e inverno (1° ottobre - 31 marzo)	19 luglio 2001
NO <sub>2</sub>	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	1 ora	1° gennaio 2010
	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Anno civile	1° gennaio 2010
NO <sub>x</sub> (Prot. vegetazione)	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Anno civile	19 luglio 2001

PM10 fase 1	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35	24 ore Anno civile	1° gennaio 2005 Data di entrata in vigore del DLgs
PM10 fase 2	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	24 ore Anno civile	1° gennaio 2010 1° gennaio 2010
PIOMBO	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Anno civile	1° gennaio 2005

T9 - Valori limite, termini entro i quali devono essere raggiunti e numero massimo di superamenti permessi in un anno.

INQUINANTE	VALORE limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Periodo di mediazione	Margine di tolleranza
SO <sub>2</sub>	350	1 ora	42,9% del valore limite, pari a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005
NO <sub>2</sub>	200 40	1 ora Anno civile	
PM10 fase 1	50 40	24 ore Anno civile	50% del valore limite, pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005  20% del valore limite all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005
PM10 fase 2	50 20	24 ore Anno civile	Da stabilire in base ai dati, in modo che sia equivalente al valore limite della fase 1  10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al 1° gennaio 2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010.
PIOMBO	0,5 <sup>3</sup>	Anno civile	100% del valore limite, pari a 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005  20% pari a 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 1/1/2004 0% pari a 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 1/1/2005

T10 - Margini di tolleranza.

INQUINANTE	SOGLIA DI ALLARME ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Margine di tolleranza
SO <sub>2</sub> (*)	500	Misure su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km <sup>2</sup> oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerato sono meno estesi
NO <sub>2</sub>	400	

T11 - Soglie di allarme.

INQUINANTE	VALORE LIMITE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Periodo di mediazione	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
CO	10000	Anno civile	1° gennaio 2010
Benzene	5	Media max giornaliera su 8 ore	1° gennaio 2005

T12 - Valori limite, termini entro i quali tali valori devono essere raggiunti

INQUINANTE	VALORE LIMITE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Margine di tolleranza
CO	10000	Il 100 % del valore limite il 13 dicembre 2000 con una riduzione il 1° gennaio 2006 ed ogni 12 mesi successivi di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010
Benzene	5	6 mg/m <sup>3</sup> il 13 dicembre 2000 con una riduzione il 1° gennaio 2003 ed ogni 12 mesi successivi di 2 mg/m <sup>3</sup> per raggiungere lo 0 % nel gennaio 2005.

T13 - Valori limite e margini di tolleranza.

La direttiva 2002/3/CE stabilisce i valori obiettivo, i valori bersaglio e le soglie di allarme e di informazione relativi alle concentrazioni di ozono nell'aria. Essa, inoltre uniforma, in tutti gli Stati membri, i metodi e criteri di valutazione delle concentrazioni di ozono e dei suoi precursori (ossidi di azoto e composti organici volatili).

Nella tabella T14 sono riportati i valori di obiettivo e di soglia per l'ozono.

Il Decreto Ministeriale 2 aprile 2002 n. 60 ha recepito le direttive 99/30/CE e 00/69/CE riguardanti i valori limite di qualità dell'aria relativi a biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM10, piombo, benzene e monossido di carbonio.

Il decreto inoltre modifica il decreto ministeriale 21 aprile 1999 n° 163, al fine di raggiungere un maggior coordinamento fra l'attività dei sindaci e quella della regione, in funzione dei piani e programmi che le regioni devono predisporre in base al decreto legislativo del 4 agosto 1999.

(\*) Per il biossido di azoto, fino al 1 gennaio 2010 valgono i limiti di cui alla direttiva 85/203/CEE.

Il decreto assegna ai sindaci la facoltà di adottare misure di limitazione della circolazione nelle zone nelle quali si verifica il superamento o sussiste il rischio di superamento dei valori limite o delle soglie di allarme.

Il decreto cancella l'obbligo di invio del rapporto annuale sulla qualità dell'aria da parte dei comuni individuati dal DM 21 aprile 1999 n° 163; le misure adottate dai sindaci, le quali possono essere rimodulate sulla base delle condizioni di qualità dell'aria, continuano ad essere applicate fino all'attuazione, da parte delle regioni, delle disposizioni di cui decreto legislativo n° 351.

INQUINANTE	Periodo di mediazione	All'entrata in vigore del decreto VALORE LIMITE	1/1/2005 VALORE LIMITE
Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Massimo della media mobile di 8 ore		120 (Da non superare più di 25 giorni in un anno mediato su 3 anni)
Valore obiettivo per la promozione della vegetazione	AOT 40 sul valore orario da maggio a luglio		18000 (Mediato su 4 anni)
Soglia di informazione	Ora	180	
Soglia di allarme	Ora	240	
Obiettivo a lungo termine per la salvaguardia della salute umana	Massimo della media di 8 ore	120	
Obiettivo a lungo termine per la salvaguardia della vegetazione	AOT 40 sul valore orario da maggio a luglio	6000	

T14 - Valori di obiettivo e di soglia per l'ozono

Per quanto concerne gli IPA, le misure sulla limitazione e/o divieto della circolazione vengono adottate sulla base dei piani di risanamento e tutela della qualità dell'aria di cui al DPR 24 maggio 1988 n° 203. Infine il decreto stabilisce che:

- fino alla data entro la quale devono essere raggiunti i valori limite (2005 e 2010 a seconda dell'inquinante considerato), restano in vigore i valori limite fissati dal DPCM 28 marzo 1983 e dal DPR 24 maggio 1988 n° 203;
- le disposizioni relative al biossido di zolfo, al biossido di azoto, alle particelle sospese e al PM10, al piombo, al monossido di carbonio ed al benzene contenute nei decreti:
  - DPCM 28 marzo 1983
  - DPR 24 maggio 1988 n° 203 (Art. 20, 21, 22 e 23 – All. I, II, III e IV)
  - DM 20 maggio 1991
  - DPR 10 gennaio 1992
  - DM 15 aprile 1994
  - DM 25 novembre 1994

sono abrogate.

INQUINANTE	Periodo di mediazione	All'entrata in vigore del decreto: VALORE LIMITE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	All'entrata in vigore del decreto: VALORE DI PARTENZA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1/1/2005 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1/1/2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
SO <sub>2</sub>					
Valore limite per la protezione della salute umana	1 ora		440	350	350
Valore limite per la protezione della salute umana	1 giorno	125 Da non superare più di 3 volte l'anno			
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno civile e inverno (1/10-31/3)	200			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500			
NO <sub>2</sub>					
Valore limite per la protezione della salute umana	1 ora		280 Da non superare più di 18 volte l'anno		200 Da non sup. più di 18 volte l'anno
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno	30 Come NO <sub>x</sub>			
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno		58		40
Soglia di allarme	3 ore consecutive	400			
CO					
Valore limite per la protezione della salute umana	Max sulla media di 8 ore		16000	10000	
PM10					
Valore limite per la protezione della salute umana	24 ore		65	50 Da non superare più di 35 volte l'anno	50 Da non superare più di 35 volte l'anno
Valore limite per la protezione della salute umana	Anno		77.8	49	20
PIOMBO					
Valore limite per la protezione della salute umana	Anno		0.8	0.5	
BENZENE					
Valore limite per la protezione della salute umana	24 ore		10		5

T15 - Valori limite di qualità dell'aria per biossido di zolfo, ossidi di azoto, ossido di carbonio, PM10 e benzene

Il quadro normativo nel campo dell'inquinamento atmosferico, in particolare per quanto concerne la qualità dell'aria, è in continua evoluzione, anche in virtù del fatto che la pubblicazione delle direttive quadro comunitarie, che devono fornire le linee guida per una politica europea uniforme, non è stata ancora completata.

Per queste ragioni, all'atto dell'esecuzione delle misure, si deve verificare che il quadro normativo prima riportato non sia modificato.

#### 4.7. PAESAGGIO

La pratica metodologica sarà imperniata sulla individuazione ed evidenziazione di:

- componenti emergenti e "qualificanti" le scene interessate dall'inserimento paesaggistico dell'opera;
- elementi e/o configurazioni ambientali principali, qualificabili come "detrattori" di valore del paesaggio indagato;
- aree e/o porzioni di ambiti territoriali a maggiore "vulnerabilità" d'impatto paesaggistico.

L'attività di monitoraggio della componente paesaggio prevederà:

##### Caratteri e dati ecologici-ambientali e naturalistici:

- schede e carte climatologiche e climatogrammi di adeguato dettaglio;
- carta della divometria;
- carta delle esposizioni;
- scheda e carta dei geotopi, dei valori scenografici e monumentali naturali;
- schede e carte della connettività ecologica reale e potenziale

##### Caratteri e dati visuali-percettivi e delle sensibilità paesaggistiche:

- carta della qualità dell'intervisibilità paesaggistica (riferita allo stato dei luoghi in assenza dell'Opera da inserire);
- carta dell'intervisibilità inversa al fine di un'opportuna e discreta valorizzazione dei paesaggi più pregevoli;
- scheda e carta delle gamme cromatiche prevalenti delle componenti naturali e di quelle antropiche;
- riprese fotografiche correlate alle principali posizioni di percezione umana.

##### Caratteri e dati socio-culturali, storico-insediativi e architettonici:

- schede e carta del suolo con evidenziazione dei metodi storico-tradizionali di governo del territorio pervenuti ad oggi o di possibile ripristino in relazione alle vocazioni e/o pianificazioni locali;
- schede e carta della densità demografica attuale e futura (in relazione agli strumenti pianificatori dell'area) con distinzione tra popolazione residente e turistica;
- carta dei collegamenti e dei flussi critici di mobilità (tessuto infrastrutturale viario) con evidenziazione dell'intensità delle reti e dei transiti attuali e futuri (in relazione agli strumenti pianificatori dell'area);
- scheda e carta dell'uso turistico (censimento e localizzazione di tutte le infrastrutture turistiche significative nonché delle aree di maggior pregio turistico e ricreativo);

- scheda e carte dell'archeologia e dei valori architettonici tradizionali;
- schede e carte delle aree per usi collettivi e delle tradizioni socio-culturali locali.

Il monitoraggio si articola nelle seguenti fasi:

1. delimitazione dell'ambito territoriale di studio e definizione dei confini;
2. rilievo dei dati del paesaggio, cioè lettura, riconoscimento e documentazione sistematica dei beni di componente presenti nell'ambito territoriale di studio articolati nelle eventuali sottocategorie;
3. confronto con la situazione normativa vigente;
4. riconoscimento degli impatti potenziali delle opere prevedibili o previste;
5. valutazione della sensibilità come relazione tra impatti e qualità dei beni nello stato ante opera;
6. deduzione della vulnerabilità ovvero reazione tra diversi valori di sensibilità e di-impatto confrontabili.

#### **4.8. STATO FISICO DEI LUOGHI, AREE DI CANTIERE E VIABILITA', RIFIUTI – ROCCE E TERRE DA SCAVO**

La modalità di monitoraggio dello stato dei luoghi, delle aree di cantiere e della viabilità deve essere calibrata in funzione delle lavorazioni, relative all'opera, da svolgere di volta in volta e soprattutto in funzione delle ricadute previste sull'ambiente.

Il livello di informazione deve essere calibrato in maniera adeguata ad un puntuale riscontro delle modifiche fisiche dei luoghi, intesi come territorio, soprassuolo ed emergenze ambientali significative, compresi eventuali manufatti di valore storico-archeologico individuati, anche se non vincolati.

Si possono dividere gli ambiti di indagine in tre livelli:

1. zone di impatto diretto, ovvero quelle porzioni di territorio che hanno un contatto diretto con l'opera, quelle aree sensibili, per le quali il livello di monitoraggio e l'informazione che ne consegue devono essere esaustivi ed in scala adeguata. Su una apposita cartografia deve essere riportata l'orografia dei luoghi e tutte le emergenze ambientali presenti ante-operam; la stessa carta poi deve essere aggiornata periodicamente secondo una tempistica debitamente correlata al cronoprogramma dei lavori e ogni qual volta si verificano eventi che modifichino l'evoluzione dello stato dei luoghi rispetto a quanto previsto progettualmente;
2. zone di impatto indiretto, ovvero le aree dove si possono manifestare eventi imputabili all'andamento dei lavori, per le quali si prevede un'indagine e relativa informazione sulle emergenze ambientali significative per le quali è opportuno tenere sotto controllo gli effetti indotti dall'intervento di ammodernamento autostradale;
3. tutte le altre zone, per le quali l'informazione deve basarsi su riscontri a campione, in modo tale da individuare eventuali criticità ambientali.

Per ogni impianto di cantiere e viabilità prevista deve essere redatta una scheda di identificazione in cui riportare gli impatti attesi, le misure di mitigazione previste per la salvaguardia dell'ambiente e le operazioni di ripristino e/o adeguamento ad avvenuto disimpianto.

#### 4.9. AMBIENTE SOCIALE

Per monitorare l'ambiente sociale si indagherà con due approcci diversi, ma complementari:

1. misurazione degli impatti mediante il confronto nel tempo di indicatori "oggettivi", relativi ai diversi campi o settori in cui si estrinsecano gli effetti del progetto;
2. monitoraggio dei "segnali" che provengono dalla comunità coinvolte, attraverso l'analisi dei processi di comunicazione sociale, in primo luogo dell'informazione veicolata dai mass media - i quali, al tempo stesso, riflettono i cambiamenti che oggettivamente si riproducono, registrano presenza e comportamento degli attori e ne influenzano la percezione - ma anche delle istanze formulate da singoli, da gruppi, o da istituzioni, al realizzatore dell'Opera, agli Operatori, agli Enti Locali, alle altre istituzioni centrali e periferiche.

Per quanto attiene al punto 1, che costituirà la fase ante opera si effettuerà una ricognizione sulle condizioni esistenti e delle tendenze passate relative all'ambiente sociale nel quale si inserisce il progetto, magari attraverso una procedura SIA (Social Impact Assessment).

Per quanto attiene al punto 2, si effettuerà un'analisi diacronica del contenuto della stampa, nonché la rilevazione e l'analisi di documenti e/o osservazione di singoli o gruppi di cittadini, organizzazioni e istituzioni che evidenzino problemi o osservazioni sulle attività progettuali ed esecutive dell'opera.

Il Social Impact Assessment (SIA) è una procedura di valutazione ex ante degli effetti sociali di progetti, piani e politiche di sviluppo industriale e territoriale. È "la valutazione (appraisal) sistematica ed avanzata degli impatti sulla qualità della vita quotidiana (day to day quality of life) di persone e comunità quando l'ambiente è interessato dallo sviluppo o da un mutamento di politica" (Bowles 1981).

Per impatto sociale si intendono le conseguenze sulla popolazione umana di qualsiasi azione - pubblica o privata - che possa alterare le modalità in cui la gente vive, lavora, gioca, si relaziona e si organizza per realizzare i propri bisogni. In generale, tutto ciò che riguarda le persone in quanto membri della società. Il termine include anche tutti gli impatti culturali in termini di mutamento rispetto alle norme, ai valori ed alle credenze che guidano e razionalizzano la loro conoscenza di se stessi e della loro società.

Obiettivo di un SIA è quello di non limitarsi all'assessment degli impatti sociali "quantitativi" (flusso di popolazione derivato dall'arrivo di lavoratori "forestieri" richiamati dal progetto in questione, aumento della domanda di servizi socio-sanitari ed educativi, ecc.) bensì di fare attenzione a quegli impatti più "latenti", e dare importanza agli aspetti "soggettivi" legati alla social construction of reality ed alla percezione sociale del rischio tecnologico-ambientale. I più importanti aspetti degli impatti sociali riguardano non tanto gli

spostamenti fisici della popolazione umana, quanto i loro significati, le loro percezioni e la rilevanza sociale dei mutamenti stessi.

Successivamente, in corso d'opera e post operam, gli indicatori previsti ed utilizzati verranno monitorati periodicamente in modo da identificare le possibili deviazioni dalle azioni inizialmente programmate e gli impatti sociali parzialmente o del tutto non previsti.

Con il SIA si possono distinguere, in ogni caso, sia ante che in corso d'opera, differenti approcci che riguardano chiaramente diverse tipologie degli impatti da valutare. Il primo approccio è quello che considera come oggetto del SIA gli impatti propriamente "sociali", comprendendo anche parametri qualitativi e soggettivi (impatti sullo stile di vita, percezione del rischio, social disruption, ecc.). Il secondo approccio, altrettanto diffuso, è quello in cui si parla di socio-economic impact assessment e per il quale, nonostante siano menzionati anche gli impatti più soggettivi e culturali, si presta attenzione quasi esclusivamente agli impatti quantitativi (più facilmente "misurabili") di tipo economico, demografico ed occupazionale.

Il Social Impact Assessment non è, comunque, una semplice "procedura" tecnica, bensì un "processo" complesso, composto da fasi tra di loro interconnesse (dallo scoping iniziale alla mitigazione ex post degli effetti).

Una fase fondamentale del processo è quella che viene definita: individuazione degli Impatti Sociali. Questa fase, sempre presente nei processi di SIA, consiste nella prima individuazione di tutti i possibili impatti socio-economici, impatti che andranno poi adeguatamente previsti, misurati e monitorati. Tale fase solitamente viene esemplificata attraverso l'uso di matrici di interazione, networks e checklists.

Come già accennato in precedenza, in quanto valutazione ex ante, ogni assessment socio-ambientale ha nella previsione (forecasting) il suo nodo teorico e metodologico.

Diversi sono i metodi disponibili di previsione degli impatti, variabili per tipologia di impatto e per grado di precisione: essi vanno dalle tecniche di estrapolazione del trend, alle tecniche Delphi, dai modelli computer-assistiti alle tecniche degli Scenari.

In genere si individuano 5 principali fonti da cui ottenere dato per la previsione degli impatti:

1. dati provenienti dai proponenti del progetto,
2. esperienze passate simili al progetto in questione riscontrabili nella letteratura ed in altri studi di impatto ambientale,
3. censimenti ed altre statistiche "fisse",
4. documenti e fonti secondarie,
5. ricerche sul campo (interviste, inchieste pubbliche, incontri, ecc.)

e suggeriscono l'utilizzo di alcuni metodi di previsione:

- Metodo comparativo: utilizzare le conoscenze circa un caso di mutamento sociale già avvenuto e causato da un progetto/politica simile a quello in questione, e nei riguardi di una comunità con simili baselines conditions.
- Proiezione lineare del trend (Straight-line trend projects), consistente nel prendere un trend esistente e proiettarlo nel futuro.

- Metodi del moltiplicatore della popolazione (Population multiplier methods): ciascuno specifico incremento della popolazione implica determinati multipli di altre variabili, ad esempio, posti di lavoro, unità di case, ecc.
- Tecnica degli Scenari:
  - o "Immaginazioni logiche" basate sulla costruzione di ipotetici futuri, attraverso un processo di rappresentazione mentale (mentally modeling) delle assunzioni delle variabili in questione.
  - o Adattamento di analoghi casi empirici passati per analizzare il caso presente e supportare gli esperti a individuare lo scenario.
- Testimonianza di esperti: viene chiesto ad esperti di presentare degli scenari e valutarne le implicazioni.
- Modelli computer-assistiti (Computer modeling): formulazione matematica delle premesse e processo di pesatura quantitativa delle variabili.
- Calcolo dei "futuri sacrificati" (futures foregone): esistono diversi metodi per determinare a quali opzioni occorre irrevocabilmente rinunciare come risultato di un piano o di un progetto (ad esempio, l'uso ricreativo di un fiume e l'uso agricolo di un terreno dopo la costruzione di una diga).

Ci sono quattro approcci principali:

- 1) descrizione qualitativa;
- 2) descrizione quantitativa;
- 3) tecniche "application specific" e model-based
  - o Modelli matematici
  - o Tecniche di proiezione della popolazione (Demographic-impact prediction)
  - o Modelli economici (regional forecast economic models)
- 4) "Relative comparisons of the effects of alternatives".

#### 4.10. RADIAZIONI IONIZZANTI E NON

Le metodologie di misura della concentrazione di radon devono rispondere ai requisiti della normativa vigente, In particolare, per conoscere la concentrazione di attività di radon media in un anno le singole misure devono essere protratte continuativamente per un intero anno con lo scopo di compensare eventuali fluttuazioni, per esempio dovute all'influenza stagionale delle condizioni climatiche.

La scelta del numero e della localizzazione dei punti di monitoraggio segue la normativa vigente.

Qualora la concentrazione di attività di radon media in un anno superi il valore di 400 Bq/mc, ma sia inferiore a 500 Bq/mc le misurazioni devono essere ripetute l'anno successivo. Qualora la concentrazione di attività di radon media in un anno superi il valore di 500 Bq/mc devono essere posti in atto tutti gli adempimenti della normativa vigente, in particolare deve essere effettuata una valutazione della dose efficace e ove questa superasse il valore di 3 mSv per i lavoratori esposti devono essere adottate azioni di

rimedio idonee a ridurre la concentrazione di attività di radon media in un anno e al di sotto del livello di azione indicato dalla normativa.

## **5. CRITERI DI SCELTA DELLE POSTAZIONI DI MISURA IN FUNZIONE DEGLI IMPATTI**

### **5.1. RUMORE**

Le postazioni di misure acustiche e vibrazionali nelle tre fasi (ante-operam, in corso d'opera e post-operam) devono essere effettuate sia in ambiente abitativo che in ambiente esterno.

Le misure acustiche e vibrazionali nelle diverse fasi saranno effettuate sia in ambiente abitativo che in ambiente esterno. Le misure acustiche dovranno essere effettuate secondo le disposizioni di cui al D.M. 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", in particolare secondo le indicazioni di cui all'allegato B del suddetto decreto. Le determinazioni dei livelli equivalenti continui da traffico autoveicolare dovranno essere effettuate secondo le indicazioni di cui all'allegato C comma 2. I valori ottenuti dall'indagine sperimentale dovranno essere confrontati con quanto disposto dal D.P.R. 30/03/2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447". Al di fuori delle fasce di pertinenza il confronto va effettuato secondo le disposizioni di cui al D.P.C.M 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", previo accertamento della classificazione acustica della zona cui si riferisce la misura. Nel caso in cui la zona non risultasse classificata, l'assegnazione della stessa ad una delle sei classi previste dal citato D.P.C.M. verrà effettuata sulla base di un'analisi obiettiva delle caratteristiche antropiche, tenendo conto dello strumento urbanistico vigente.

Le posizioni per la determinazione del disturbo prodotto dal traffico veicolare sono individuate utilizzando il metodo ufficiale NMBP indicato nella Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

Le valutazioni vibrazionali sono effettuate in postazioni come descritte nelle Norme UNI 9614 e 9916. I disturbi prodotti dalle vibrazioni saranno analizzati utilizzando la norma UNI 9614; i rischi potenziali delle strutture saranno analizzati utilizzando la Norma UNI 9916.

### **5.2. SUOLO**

Dal punto di vista geologico il monitoraggio è necessario a tenere sotto controllo gli eventi e le componenti determinanti nel rischio idrogeologico, sismico e vulcanico.

La valutazione dell'impatto idrogeologico è necessaria, non tanto per definire gli effetti delle dinamiche geologiche sull'infrastruttura in progetto, ma per procedere alla valutazione della possibilità che l'opera determini un aumento della probabilità di accadimento o della pericolosità. L'ambiente che verrà pertanto considerato è quello montano e collinare in cui

durante la realizzazione dei lavori può verificarsi un'alterazione dell'equilibrio idrogeologico: in particolare le opere di scavo da considerare sono le gallerie e i tagli di versante.

In riferimento alla prima tipologia d'intervento, le problematiche d'impatto riguardano l'attraversamento di settori soggetti a dissesto, soprattutto agli imbocchi dove lo scavo di approccio alla galleria può determinare fenomeni di instabilità locale oppure favorire processi d'erosione accelerata sul versante. Per quanto riguarda lo scavo del tratto in galleria, nel caso di frane di grosse dimensioni la modifica apportata in sotterraneo al sottosuolo può non determinare una situazione d'impatto, soprattutto in presenza di processi che interessano l'intero versante (deformazioni gravitative profonde). Diversamente, quando gli scavi interessano frane di diversa tipologia (in particolare per galleria parietale) può verificarsi un incremento dell'instabilità, soprattutto quando è interessata la zona di accumulo al piede.

Nei tratti in cui l'infrastruttura in progetto è prevista a mezza costa vengono realizzati una serie di interventi tra cui il più importante in questo ambito è rappresentato dai tagli di versante. Tali scavi possono determinare un impatto in aree caratterizzate da frane, da processi d'erosione per ruscellamento diffuso o da valanghe, a causa dell'alterazione dell'equilibrio idrogeologico; in particolare, un aumento del rischio può essere indotto dall'incremento delle pendenze, dal denudamento in superficie e da variazioni del drenaggio superficiale.

Il rischio sismico e vulcanico si riferiscono entrambi a fenomeni endogeni che determinano il verificarsi di terremoti ed eruzioni in aree generalmente conosciute. Tali fenomeni, unitamente a parte dei processi di dissesto sono trattati unicamente nella parte relativa alla descrizione dello stato di fatto in quanto elementi conoscitivi. Il rischio sismico e quello vulcanico, quindi, rappresentano principalmente importanti elementi conoscitivi dell'ambiente geologico: sia la sismicità che il vulcanesimo attivo, infatti, costituiscono fenomeni che, in particolare, influenzano rispettivamente la stabilità dei versanti e l'evoluzione morfologica dell'area.

Dal punto di vista pedologico il monitoraggio ha lo scopo di tutelare le aree di interesse agricolo/ambientale coinvolte dalla costruzione dell'infrastruttura lineare di trasposto, verificando nel contempo l'efficacia delle previste opere di ripristino sulle aree da recuperare dal punto di vista vegetazionale ed agricolo.

Le metodologie utilizzate prevedono rilievi diretti in campagna e analisi di laboratorio per acquisire dati di fertilità e tossicità. Lungo l'area di sedime dell'infrastruttura si potranno acquisire dati di fertilità e tossicità in fase ante-operam, in modo da sviluppare opportunamente le fasi di ripristino.

Il monitoraggio dovrà riguardare, sia in fase ante-operam che post-operam, in modo particolare le aree direttamente interessate dai cantieri operativi e quelle delle aree ad essi connesse, coinvolte da movimenti di terreno (piste di accesso, aree di manovra ecc.) laddove esso presenti una qualche valenza agricola o ambientale.

Durante la costruzione il monitoraggio dei suoli dei cantieri potrà non aver luogo perché gli stessi sono interessati dai lavori e quindi saranno momentaneamente alterati. È bene comunque prevedere sopralluoghi in corso d'opera per valutare eventuali situazioni di rischio.

### **5.3. AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE**

Individuati i corpi idrici interessati dall'opera di progetto attraverso indicatori sintetici si descrive la qualità delle acque in relazione all'ecologia acquatica, all'idoneità di utilizzazione a scopo potabile, alle condizioni trofiche. In base alla sola determinazione dei parametri chimico-fisici, per le acque superficiali non esiste un indicatore ideale od universale e di conseguenza si tende ad introdurne molti per migliorare la valutazione, incrementando la complessità della procedura e generando molti dati difficili da trattare ed interpretare. Per superare queste difficoltà si introducono degli schemi per mezzo dei quali i dati ottenuti dall'applicazione della procedura di monitoraggio sono comparati con criteri di qualità standardizzati per classi di qualità delle acque. Il riferimento per la classificazione può essere lo schema elaborato dall'IRSA (IRSA-CNR quad.84) per il monitoraggio delle acque del Po che prende in considerazione un set limitato di parametri (ossigeno disciolto, BOD<sub>5</sub>, COD, nitrati, fosfati, ione ammonio, coliformi fecali).

Il monitoraggio delle acque superficiali è previsto quindi in modo da garantire il rilievo e la parametrizzazione delle caratteristiche dei corsi d'acqua attraverso due principali attività di acquisizione dei dati:

- Indagini per campagne. Le indagini per campagne sono condotte con misure periodiche (a frequenza variabile in funzione delle attività di cantiere e dei parametri da monitorare) presso siti prestabiliti ubicati in modo da rappresentare un valido presidio per la valutazione della qualità dei corsi d'acqua.
- Monitoraggio degli indicatori che sono definiti in base a:
  - prescrizioni normative e legislative nazionali ed europee;
  - caratteristiche specifiche dei corsi d'acqua interferiti dalle attività di cantiere e dal traffico veicolare nella fase di esercizio.

### **5.4. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO**

Le misure quantitative, necessarie a caratterizzare gli acquiferi interessati dalle opere di progetto, si svolgono lì dove sono presenti pozzi. Le prove di emungimento su pozzi singoli consentono di acquisire dati per la costruzione della curva caratteristica del pozzo (relazione analitica che definisce la portata emungibile in funzione delle depressioni dinamiche di falda), consentendo altresì di valutare la portata critica (limite massimo di sfruttamento consigliabile per il pozzo allo scopo di evitare un degrado irreversibile), la portata di esercizio, la portata specifica nonché il suo raggio di azione. Le prove sono eseguite generalmente a gradini di portata crescente (regime di equilibrio) dalla durata variabile di 48÷72 ore.

Durante tali applicazioni vengono misurate:

- il livello statico di falda (quota piezometrica dell'acqua di falda in corrispondenza del pozzo quando non si ha alcun emungimento dal pozzo medesimo);
- in funzione delle portate emunte, gli abbassamenti e le risalite piezometriche corrispondenti;
- la portata di esercizio;
- la portata specifica (abbassamento per unità di depressione piezometrica);
- la curva di esaurimento;
- il coefficiente di permeabilità;
- la trasmissività;
- il coefficiente di immagazzinamento;
- la diffusività.

In corrispondenza delle sorgenti invece si eseguono le misure di :

- portata di esercizio;
- portata specifica;
- curva di esaurimento;
- modalità di captazione;
- bacino idrogeologico sotteso.

Infine sia per i pozzi che per le sorgenti risulta necessario un prelievo di campioni da analizzare in laboratorio per definire le caratteristiche chimico-batterologiche e fisiche con test di biotossicità. Elementi idrogeologici importanti da rilevare in corrispondenza dei pozzi sono anche i livelli freatici e piezometrici e le portate emunte.

## **5.5. VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA**

### **5.5.1. Fauna**

Nello studio da effettuare dovranno essere monitorate le specie appartenenti alle diverse classi animali. Particolare attenzione dovrà essere rivolta alle specie definite "protette", quindi già incluse in letteratura secondo le normative della Direttiva Habitat e della Convenzione di Berna, alle specie "bioindicatrici" e alle specie endemiche, cioè che si trovano solo ed esclusivamente in un determinato territorio.

Ogni specie presenta tecniche, metodologie, tempi e frequenze diverse di monitoraggio. Il monitoraggio si effettua su tutto il territorio interessato dall'opera di progetto

### **5.5.2. Flora e vegetazione**

L'analisi della vegetazione si effettuerà mediante un rilievo fitosociologico, che si basa sulla raccolta di dati sia qualitativi (elenchi di specie = flora) sia quantitativi (fitomassa delle singole specie).

Il rilievo si può suddividere nelle seguenti fasi:

- delimitazione di un'area unitaria sufficiente a contenere tutti gli elementi della vegetazione studiata (popolamento elementare);
- inventario completo di tutte le specie presenti;
- stima a occhio della copertura di ciascuna specie rilevata.

Lo studio della vegetazione si basa su un numero consistente di rilievi che permettono anche di ottenere dati medi generalizzabili. I rilievi simili vengono aggregati e comparati tra loro per definire i tipi di vegetazione.

## 5.6. ATMOSFERA

Il monitoraggio, che avviene con mezzi mobili, interessa gli agglomerati urbani che sono vicini all'opera di progetto. Il posizionamento preciso del mezzo mobile con il quale devono essere effettuate le misure, sarà scelto dopo attento studio delle condizioni meteorologiche al fine di individuare le precise velocità e direzione del vento, per caratterizzare le zone sottovento ed i profili verticali di temperatura, per individuare eventuali strati di inversione termica.

Per l'esatta individuazione dei punti ove deve essere effettuato il monitoraggio è necessario disporre di dati meteorologici storici, non essendo possibile basare queste scelte sulla conoscenza di dati registrati in prossimità temporale dei periodi nei quali deve essere effettuato il monitoraggio.

## 5.7. PAESAGGIO

### Impatto sui beni culturali-ambientali

Per valutare l'incidenza del nuovo intervento sul territorio occorre conoscere le caratteristiche invasive dell'opera rispetto al contesto paesaggistico. Le varie tipologie di impianto infrastrutturale devono essere poste in relazione con la sensibilità del paesaggio in modo da stabilire i vari e diversi livelli di impatto possibile. Tale operazione richiede la comparazione di tutte quelle valutazioni di tipo «quantitativo» e «qualitativo» raccolte nelle fasi di studio precedenti, nella documentazione di VIA e di SIA.

L'operazione risulta complessa e delicata e necessita di un riferimento a tavole tematiche di sintesi dei dati raccolti espresse attraverso zoning o campiture di individuazione, sulle quali saranno riportati i valori di sensibilità individuati.

In fase di progetto definitivo dovrebbero essere già stabiliti in modo completo tutti i caratteri fondamentali delle opere anche se, ad esempio, ritrovamenti archeologici non prevedibili possono inevitabilmente verificarsi durante i lavori. Le variazioni possibili saranno certamente di entità limitata sui tracciati mentre potranno investire più facilmente le strutture o meglio le caratteristiche tipologiche delle stesse (ad esempio l'adozione di un terrapieno invece di un viadotto o viceversa) o le qualità di reversibilità degli interventi.

Ipotizzando una misura di impatto a secondo delle caratteristiche tipologiche dell'intervento si propongono a titolo indicativo le seguenti valutazioni espresse con riferimento ad un valore indice su base

cento delle capacità compromissorie di ogni categoria di intervento, in modo da fornisce solo come traccia indicativa, la gradazione media degli impatti, o meglio della potenzialità di impatto sull'ambiente:

- Opere puntuali.
  - opere in trincea scoperta o coperta 79
  - opere emergenti 78
  - opere a raso 65
  - opere in galleria 24
- Opere lineari longitudinali.
  - opere in trincea 78
  - opere in galleria artificiale 78
  - opere in rilevato 77
  - opere a raso 65
  - imbocco di galleria 63
  - opere in viadotto 61
  - opere in galleria 24
- Opere lineari trasversali.
  - opere in trincea 74
  - opere in rilevato 70
  - imbocco di galleria 63
  - opere in galleria artificiale 58
  - opere a raso 44
  - opere in viadotto 42
  - opere in galleria 19

#### Impatto sui beni paesistico-ambientali

Circa la collocazione delle opere nei confronti dei beni paesistico-ambientali, si può confermare quanto detto per i beni culturali-ambientali ribadendo che dal punto di vista dell'analisi percettiva, è importante individuare, già nella fase di rilievo, i principali punti di vista da cui effettuare l'analisi. Questa individuazione nel caso di infrastrutture lineari si rende particolarmente complessa a causa della notevole superficie di territorio interessata.

Se relativamente ai beni culturali-ambientali vanno considerate da salvaguardare le loro sedi (come ad esempio le aree a rischio di impatto archeologico) e le pertinenze funzionali relative ai singoli beni ed alle loro interconnessioni, per quanto riguarda invece i beni paesistico-ambientali vanno considerati gli ambiti percettivi.

Una prima valutazione riguarderà la distanza del punto di vista di osservazione da cui si effettua l'analisi dalla futura opera. Questo al fine di valutare, in relazione alla dimensione dell'opera, «l'ingombro» del nuovo manufatto nel quadro visivo. Esiste infatti una soglia massima relativamente all'ampiezza del

campo visivo entro cui l'inserimento di un'opera diviene critico: più piccolo è il campo visivo più l'opera «impatta» pesantemente su di esso occupandone vaste porzioni.

Una volta individuati i principali punti di vista da cui effettuare la lettura dei quadri visivi si tratterà di impostare nel modo più analitico possibile a scomposizione delle singole immagini. I limiti del campo visuale potranno essere più o meno definiti a secondo della morfologia del territorio. Analizzare le caratteristiche dei limiti del campo è utile per comprendere il grado di definizione dell'invaso visivo.

Si troveranno quindi: crinali continui, sequenza di punti emergenti, (poggi, colli isolati...) che definiscono allineamenti e/o triangolazioni, limiti deboli o immaginari (ecc.).

La combinazione di questi elementi dà origine a differenti classi di definizione dei limiti di un campo visivo.

Senza elencare tutte le possibili combinazioni si riportano a titolo di esempio i due estremi: dal campo chiuso definito su tutti i lati in modo chiaro ed inequivocabile ai campi paesaggistici aperti dai confini abili o indefiniti. I primi offriranno una maggiore resistenza all'attraversamento di opere lineari o all'inserimento di opere puntuali proprio per la forte connotazione del campo visivo. Gli ultimi, visivamente più indefiniti saranno considerati meno fragili, e a maggiore capacità ricettiva. In linea di massima si può dire che maggiore è la relazione tra gli elementi, maggiore è la resistenza del campo visivo ad essere modificato. Per cui in relazione al grado di compiutezza del campo visivo di riferimento possiamo misurare il tipo e la qualità degli interventi secondo le seguenti categorie alle quali corrisponderà un adeguato valore di impatto.

## **6. ARTICOLAZIONE ED ESTENSIONE TEMPORALE DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO**

### **6.1. RUMORE**

Le aree di rilievo per la componente rumore si distinguono in:

- Aree di rilievo fonometrico in ambienti esterni
- Punti di rilievo fonometrico in ambienti abitativi
- Punti di rilievo vibrometrici
- Aree di simulazione

I rilievi fonometrici in ambiente esterno da effettuarsi con le modalità di cui al D.M. 16/03/1998 per la valutazione dell'impatto acustico sono stati individuati in un totale di 8, tutti da eseguire sia nelle fase ante-operam che in quella post-operam.

Le aree dove saranno individuati i punti sono indicate sulla relativa tavola ed indicate dagli acronimi PRF E-. La distribuzione delle aree di rilievo nei diversi lotti è riportata nella seguente tabella. Si prevede l'individuazione di un unico punto di misura per ogni area; l'esatta individuazione dell'ubicazione del punto sarà effettuata in considerazione del posizionamento del punto di rilievo atmosferico per la scelta del quale

dovranno essere tenute in considerazione le indicazioni degli studi metereologici preliminari come meglio specificato in seguito nella presente relazione.

Punti di misura	Lotti
PRF E1, PRF E2	DG-40, DG-41
PRF E3, PRF E4, PRF E5, PRF E6, PRF E7	DG-42
PRF E8	DG-43

I punti di rilievo fonometrici in ambienti abitativi da effettuarsi con le modalità di cui al D.M. 16/03/1998 sono stati individuati in un totale di 6, in abitazioni adiacenti a cantieri o depositi. Tutti questi rilievi vanno, ovviamente, eseguiti durante le fasi di lavorazione.

Tali punti sono indicati sulla relativa tavola allegata dagli acronimi PRF A-. La distribuzione dei punti di rilievo nei diversi lotti è riportata nella seguente tabella.

Punti di misura	Lotti
PRF A1, PRF A2, PRF A3,	DG-42
PRF A4, PRF A5, PRF A6,	DG-43

I rilievi vibrometrici, da effettuarsi con le modalità di cui alle norme UNI 9614 e 9916, sono stati individuati in un totale di 3. Uno da effettuarsi durante le fasi di volata per la realizzazione della galleria Piale e gli altri due presso strutture adiacenti al rilevato autostradale. Questi ultimi due rilievi vanno eseguiti durante le fasi ante-operam e post-operam.

Tali punti sono indicati sulla relativa tavola allegata dagli acronimi PRV -. La distribuzione dei punti di rilievo nei diversi lotti è riportata nella seguente tabella.

Punti di misura	Lotti
PRV 1	DG-40, DG-41
PVR 2	DG-42
PRV 3	DG-42
PVR 4	DG-43

Le simulazioni numeriche nelle aree individuate devono essere effettuate nelle fasi ante-operam e post-operam.

Le aree prescelte per il calcolo, riportate nell'allegato specifico, sono quegli agglomerati urbani, situati nei pressi dell'infrastruttura, significativi nell'area d'indagine.

Tali aree sono indicate sulla relativa tavola allegata dagli acronimi PRATM -. La distribuzione dei punti di rilievo nei diversi lotti è riportata nella seguente tabella.

Punti di misura	Lotti
AS 1	DG-40, DG-41
AS 2, AS 3; AS 4	DG-42
AS 5	DG-43

### 6.1.1. La modellazione acustica ed il monitoraggio

Le proiezioni di traffico lungo l'autostrada A3 contenute nell'analisi di mobilità ANAS indicano un incremento del 6,3÷12,1% per il 2010 e del 16,7÷28,2% per il 2020. In termini acustici, assumendo costanti le velocità medie di esercizio, le caratteristiche emissive degli autoveicoli e la geometria del tracciato tale incremento di traffico si tradurrebbe presso i ricettori interessati in un leggero aumento della rumorosità. Per contro, considerando il rinnovamento del parco automezzi che avverrà nei prossimi decenni, è logico supporre che nei tratti in cui il tracciato autostradale non subirà significative variazioni, l'inquinamento acustico associato all'infrastruttura risulterà sostanzialmente invariato.

L'adeguamento dell'Autostrada A3 al tipo 1A delle Norme CNR 80 determinerà in alcune aree una variazione piano-altimetrica del tracciato esistente, con l'avvicinamento o l'allontanamento dei flussi di traffico rispetto ai ricettori interessati ed in alcuni con la sostituzione di tratte a cielo aperto con tratte in galleria. In tali situazioni si registrerà conseguentemente una variazione del clima acustico attuale che nel caso delle tratte in galleria risulterà sostanzialmente modificato, con significativi miglioramenti della qualità ambientale.

Attraverso il piano di risanamento acustico e quindi attraverso interventi di mitigazione attiva e passiva si cercherà con l'adeguamento dell'Autostrada A3 di soddisfare i limiti di immissione sonora assunti presso i ricettori interessati dal tracciato. Si cercherà di eliminare le criticità acustiche tramite l'adozione, in primis, di barriere antirumore bidimensionali a lato delle due carreggiate e di pavimentazioni fonoassorbenti. Nei casi più complessi si utilizzeranno barriere antirumore tridimensionali corredate di diffrattore e pavimentazioni fonoassorbenti. Nella fase di progettazione non è risultato necessario l'intervento diretto sui ricettori; nel caso in cui i dati di monitoraggio del rumore e i collaudi acustici e la modellazione finale prevista presso i punti ricettori più critici (ovvero quelli nei quali sono previsti livelli di immissione sonora prossimi ai limiti) denunciassero superamenti significativi, saranno presi in esame ulteriori necessari interventi.

Risultano pertanto di particolare interesse il numero, la precisione e la qualità dei monitoraggi relativi alla componente rumore, oltre che la loro lettura in visione di un ante operam (prima della realizzazione dell'adeguamento e dell'installazione delle barriere antirumore e della messa in opera della pavimentazione fonoassorbente). Si deciderà quindi in corso d'opera di ripetere le misurazioni relative alla componente rumore e di confrontarle con quelle realizzate nell'ante operam, oltre che di eseguire, dove eventualmente necessario, ulteriori monitoraggi di verifica dell'efficacia dell'intervento di mitigazione acustica.

## 6.2. SUOLO

I punti di campionamento per il monitoraggio della componente suolo consistono in una porzione di terreno di alcuni metri quadrati da cui viene prelevato un campione (a punto di prelievo o per ciascun strato o orizzonte di interesse).

I punti di prelievo sono posizionati lungo l'asse viario e, in aree significative oggetto delle lavorazioni (cave, cantieri, percorsi e passaggi per macchinari ed autoveicoli.....) o dove eventuali contaminazioni inquinanti è probabile che siano giunte.

Il campionamento è eseguito sulla base di profondità fisse prestabilite (tra 0-20 cm, 20-40 cm, 40-80 cm o anche a profondità maggiori) o in un orizzonte che sembrerà opportuno "saggiare", motivandone la scelta, all'atto del campionamento.

Per il prelievo può essere sufficiente una trivella o una sonda o, se la natura pedologica del terreno lo consente il campionamento può essere eseguito a mano secondo le modalità previste dalla legislazione e dalla normativa vigente. Per ottenere le informazioni necessarie all'interpretazione dei fenomeni osservati è utile eseguire le analisi anche considerando gli orizzonti pedogenetici di un profilo di suolo eseguito in prossimità dell'area di campionamento.

I metodi di campionamento del suolo da utilizzare nell'ambito delle attività del programma di monitoraggio sono i Metodi Ufficiali di analisi del terreno approvati con D.M. 13/09/1999 metodiche ufficiali, cioè previste per legge, sono quelle pubblicate dall'IRSA-CNR (Istituto di Ricerca sulle Acque - Consiglio Nazionale delle Ricerche) e manuali UNICHIM oppure, i metodi pubblicati secondo le norme degli enti normatori quali UNI (nazionale) ISO (internazionale), EN o CEN (europei) ai quali si rimanda per approfondimenti e ulteriori dettagli.

Il piano delle indagini si attua in definitiva in tre fasi temporali distinte in:

- ante operam;
- in corso d'opera;
- post opera.

Il monitoraggio si esplica eseguendo misure quantitative e chimiche-biologiche sui punti (pozzi e sorgenti) di monitoraggio riconosciuti sia nella fase di redazione della VIA che nella fase di redazione del progetto definitivo sia individuati nella fase ante opera, alcuni dei quali sono riportati sulla apposita planimetria allegata.

Nella seconda fase e nella terza fase, progressivamente e al termine dello svolgimento dei lavori, sono previsti campionamenti sia sui punti già campionati e controllati nelle fasi precedenti (per controllare l'evoluzione delle caratteristiche di qualità e quantità delle risorse ambientali) ai quali si devono aggiungere altri prelievi di campioni da altri siti che, i tecnici redattori responsabili dell'espletamento del PMA, da sopralluoghi in loco, riterranno opportuno programmare ed eseguire.

### 6.3. AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

I monitoraggi relativi all'ambiente idrico superficiale si svolgeranno nelle tre fasi:

- Ante-operam
- Corso d'opera
- Post-operam

I monitoraggi nella fase ante-operam saranno effettuati per i punti evidenziati nell'elaborato grafico allegato alla relazione specifica una sola volta, al fine di individuare in maniera compiuta la caratterizzazione idrologica e la qualità delle acque superficiali, prima dell'installazione del cantiere e successiva realizzazione dell'opera.

I monitoraggi in corso d'opera saranno effettuati per i punti evidenziati nell'elaborato grafico allegato alla relazione specifica almeno una volta al mese, al fine di individuare, se durante le diverse fasi della costruzione dell'opera, vi siano alterazioni dei parametri idrologico-qualitativi dei corsi d'acqua superficiali che interferiscono con l'opera, in maniera diretta o indiretta.

I monitoraggi nella fase post-operam saranno effettuati per i punti evidenziati nell'elaborato grafico allegato alla relazione specifica, una volta al mese per i primi 12 mesi di esercizio, al fine di individuare come l'opera influenza i corsi d'acqua superficiali interferiti.

### 6.4. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

Per tutti i pozzi e le sorgenti individuate per l'attuazione del monitoraggio della componente saranno effettuati rilievi e prelievi durante le tre fasi (ante, in, post operam). Il monitoraggio nella prima fase è necessario per determinare la condizione iniziale del sistema idrico sotterraneo e quindi per ricavare i valori di confronto per le analisi di comparazione delle fasi successive. Quello della seconda e della terza fase, attuato in tempi medio-lunghi, documenta l'impatto che la costruzione dell'infrastruttura determina su tale componente. Saranno necessari monitoraggi anche molto dopo la fine della realizzazione, in quanto i tempi di assorbimento e di filtrazione del terreno potrebbero protrarre gli effetti impattanti.

### 6.5. VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

Le diverse specie , oggetto di studio nel monitoraggio della componente, prevederanno tempi di monitoraggio diversi a seconda dei cicli riproduttivi ed ecologici:

- Macrobenthos: annuale;
- Coleotteri carabidi: annuale con preferenza delle stagioni calde;
- Anfibi e Rettili: da aprile ad ottobre;
- Avifauna: maggio;

- Mammiferi: intero arco dell'anno da diversificare in base alle specie prese in esame.

Per tutte le specie, prese in esame, il censimento verrà effettuato con le stesse metodologie, e scadenze per tutta la durata del progetto (ante-operam, in corso d'opera e post-operam).

## 6.6. ATMOSFERA

Il monitoraggio sarà effettuato esclusivamente con mezzo mobile, in quanto, per le caratteristiche proprie dei tessuti urbani attraversati dall'autostrada, il posizionamento di centraline fisse risulta inutile ed antieconomico.

I rilievi nelle postazioni individuate devono essere effettuati nelle fasi ante-operam e post-operam

Le aree da monitorare, riportate nella allegato specifico, sono quegli agglomerati urbani, significativi nell'area d'indagine. Il posizionamento preciso del mezzo mobile con il quale devono essere effettuate le misure, sarà scelto dopo attento studio delle condizioni meteorologiche al fine di individuare le precise velocità e direzione del vento, per caratterizzare le zone sottovento ed i profili verticali di temperatura, per individuare eventuali strati di inversione termica.

Per l'esatta individuazione dei punti ove deve essere effettuato il monitoraggio è necessario disporre di dati meteorologici storici, non essendo possibile basare queste scelte sulla conoscenza di dati registrati in prossimità temporale dei periodi nei quali deve essere effettuato il monitoraggio.

Per questa ragione è necessario effettuare ricerche, presso il vicino aeroporto "Tito Menniti" di Reggio Calabria e le Capitanerie di porto ricadenti nell'area interessata ed altri uffici pubblici o privati (consorzi di Bonifica, comunità montane , ecc.), di dati statisticamente significativi.

In linea di massima, i tempi di monitoraggio saranno quelli corrispondenti ai momenti nei quali il gradiente verticale di temperatura può provocare fenomeni di ristagno degli inquinanti sulle zone abitate, ed a quelli nei quali particolari condizioni di temperatura ed umidità relativa, nonché di pressione barometrica e assenza di vento, sono tali da non consentire il lavaggio dell'aria.

Un monitoraggio effettuato per un periodo inferiore ad una settimana non è utile in quanto la settimana è il periodo minimo per avere informazioni statisticamente valide sui possibili modi di utilizzo dell'autostrada.

## 6.7. PAESAGGIO

Il processo metodologico descritto per il monitoraggio del paesaggio va affrontato per approssimazioni successive secondo il seguente schema operativo:

- Analisi del paesaggio nelle condizioni esistenti precedenti l'intervento ipotizzato;

- Verifica del posizionamento del tracciato e degli impatti sul paesaggio in fase di realizzazione dell'opera;
- Verifica degli impatti sul paesaggio dei singoli oggetti fisici costituenti l'intervento, monitoraggio della situazione ambientale nel suo complesso durante l'intervento e nelle possibili alternative al progetto;
- Esame degli impatti temporanei rappresentati dalle conseguenze delle operazioni di cantiere e di impianto.

L'attività di monitoraggio in modo più schematico ancora può essere esplicitato nelle fasi:

- Ante operam (prima della realizzazione dei lavori);
- In corso d'Opera (durante la costruzione dell'opera);
- Post operam (dopo la costruzione dell'opera).

Nella fase di monitoraggio *ante operam* l'analisi del paesaggio nelle condizioni esistenti costituisce il primo necessario atto precedente ogni intervento – indipendentemente dal tipo e dalla scala – sul paesaggio. Le procedure di analisi fanno riferimento alle teorie di McHarg. Il criterio della mappatura e della overlay è il più efficace per la sua completezza, per la sua precisione, per l'oggettività decisionale che consente, per la sua limpidezza metodologica, per la flessibilità che lo rende adatto alle più disparate situazioni, per la facilità di attuazione e per la sua semplice traducibilità in linguaggi computerizzati e quindi per la grande resa pratica che permette con l'impiego sistematico degli elaboratori.

Nella fase *ante operam* si prevede pertanto oltre che la compilazione delle schede dei beni, anche le redazioni delle seguenti tavole:

Tavole dei dati naturali

1. Climatologia;
2. Topografica;
3. Clivometrica;
4. Esposizioni;
5. Pedologia;
6. Copertura vegetale;
7. Valori scenografici e monumentali naturali;
8. Morfologia.

Tavole dei dati culturali

9. Uso del suolo;
10. Collegamenti;
11. Proprietà e valore delle aree;
12. Destinazione di strumenti urbanistici;
13. Vincoli;
14. Uso turistico;
15. Dissesti antropici e inquinamento;

16. Archeologia;
17. Valori architettonici;
18. Tradizioni.

Talune delle carte elencate possono generare ciascuna una serie di tavole secondarie e maggiormente specialistiche atte a definire più puntualmente e maggiormente il paesaggio in esame. La carta in assoluto più rilevante nell'attività di monitoraggio è comunque quella delle unità di paesaggio, che è in qualche modo la carta di sintesi di tutte le analisi e tutte le altre carte tematiche.

La carte delle unità di paesaggio evidenzia:

- Unità del paesaggio antropico. Tale unità comprende le aree urbanizzate, i siti, le emergenze di interesse storico culturale, anche isolati.
- Unità del paesaggio agrario. E' formato da tre realtà con carattere morfologici e dimensionali differenti. Corrisponde al paesaggio agricolo di pianura, dei giardini erborati, formati soprattutto da agrumeti e diffusi nelle zone di pianura limitrofe agli abitati periferici di Reggio Calabria; al paesaggio collinare dei pianori posti a monte del tratto autostradale, dove prevalgono gli uliveti e i campi a seminativo; al paesaggio agricolo dei terrazzamenti, spesso degradati e abbandonati ma tuttavia rappresentativi di un'antica cultura produttiva che ha trasformato il paesaggio naturale secondo forme e sviluppo assunti dalla morfologia del luogo.
- Unità di paesaggio prevalentemente naturale. Le unità di paesaggio prevalentemente naturale caratterizzano fortemente i versanti acclivi che fiancheggiano l'autostrada; sono formate da boschi di leccio e macchia mediterranea della serie del leccio incisi da profondi e stretti valloni, di natura torrentizia da quote sommitali di 600-700 m, spesso si estendono fino in prossimità della linea di costa.
- Unità del paesaggio costiero. Sono gli ambiti definiti da una limitata fascia litoranea, di grande pregio paesaggistico ed interesse naturalistico, formata in precedenza dalle rupi costiere e brevi tratti di litorale sabbioso.

Nella fase di monitoraggio ante operam si considerano anche gli studi già compiuti in fase di redazione del VIA e del SIA, si considerano le indagini sugli aspetti legati alla percezione visiva, si valutano le numerose fotosimulazioni.

In ogni caso l'attività ante operam di monitoraggio riguarderà:

- l'esatta costruzione del quadro documentale (rapporti, cartografie ed immagini);
- l'ottemperanza delle norme vincolistiche e pianificatorie generali e locali, oppure il nulla osta o l'autorizzazione in deroga rilasciate dalle competenti Autorità competenti;
- la corretta descrizione delle interferenze, negatività o positività che l'opera determina nei confronti dei principali caratteri della componente paesaggio (aspetti ecologico-ambientali e

naturalistici, aspetti visuali-percettivi e della sensibilità paesaggistiche, aspetti socio-culturali, storico-insediativi e architettonici);

- la precisa correlazione tra quadro conoscitivo realizzato e migliore scelta in termini di posizionamento o tracciato dell'opera, di contenimento al minimo delle dimensioni dell'opera stessa e dei cantieri ad essa collegati, di adozione delle più appropriate tecniche progettuali e di inserimento paesaggistico e nel caso di interferenze le indicazioni sui dettagli progettuali delle soluzioni tecniche individuate in termini di mitigazioni e minimizzazioni;
- l'adeguata elencazione di tutti i materiali previsti per l'esecuzione del manufatto e dei lavori di sistemazione ed inserimento paesaggistico, con descrizione delle caratteristiche merceologiche e, per i materiali artificiali, di quelle cromatiche, di ciascuno, inclusa la provenienza e le modalità di approvvigionamento;
- le misure atte al contenimento massimo dell'impatto dell'opera sul paesaggio in relazione al programma dei lavori per ciò che riguarda l'apertura e la gestione del cantiere;
- l'avvenuta adozione di procedure atte ad informare e coinvolgere le popolazioni locali.

Nella fase in corso d'opera le azioni di monitoraggio saranno mirate alla verifica del rispetto delle indicazioni progettuali, con controlli calibrati sulla base dello stato di avanzamento dei lavori. Si dovrà fare attenzione affinché i momenti di verifica coincidano con degli temporali utili alla possibilità di prevenire eventuali situazioni di difficile reversibilità.

La prima cosa da fare in questa seconda fase è sovrapporre il tracciato dell'intervento sulla cartografia di sintesi elaborata nell'ante operam. Questo consente di verificare quali e quanti tipi di impatti il nuovo tracciato generi sul paesaggio, di formulare una prima valutazione di qualità e di effettuare confronti, scelte e correzioni di collocazione. Si entra poi nella progettazione in dettaglio e si definiscono le caratteristiche fisiche degli oggetti che costituiscono l'intervento e si valuta il loro inserimento nel paesaggio.

Seguendo il programma dei lavori di valuta l'impatto visivo degli interventi per la realizzazione dell'opera. L'analisi dell'impatto visivo si occupa di tutte le opere architettoniche e di sistemazione ambientale che costituiscono fisicamente l'intervento, deve analizzarne le qualità formali e i caratteri dimensionali e cromatici in relazione con il paesaggio circostante e intraprendere il loro inserimento ambientale verificandone le valenze e indicando tutti quei correttivi di minimizzazione e di compensazione che risulteranno necessari.

Il metodo di procedura di questa fase comporta:

- la descrizione e la definizione dello spazio visivo di progetto e analisi delle condizioni visuali esistenti;
- l'identificazione delle vedute-chiave per la valutazione di impatto e simulazione dell'inserimento dei manufatti di progetto;
- la definizione e scelta degli osservatori;

- la definizione e l'analisi degli impatti visuali sul paesaggio;
- formulazione degli eventuali correttivi.

Le verifiche connesse con la fase post operam dovranno riguardare:

- La corretta esecuzione di tutti i lavori previsti, sia in termini qualitativi che quantitativi, anche per ciò che riguarda interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, al fine di definire eventuali correttivi;
- il raggiungimento degli obiettivi di funzionalità ecologica del paesaggio, attraverso verifiche di tipo ecologico-paesaggistico (studio della variazione della stabilità dell'ecosistema) e di tipo zoologico (studio della connettività ecologica riferita ai principali gruppi faunistici dell'area)
- la verifica dell'assimilazione paesaggistico-culturale dell'opera nel contesto locale, inclusa l'accettazione (gradimento e godimento) da parte delle comunità locali e l'inserimento della nuova presenza in azioni di valorizzazione dei paesaggi tradizionali locali, ovvero di pianificazione, trasformazione, creazione e sostenibilità di nuovi paesaggi.

Una parte di grande rilevanza del monitoraggio è rappresentata dall'analisi delle conseguenze per tempi brevi o lunghi delle operazioni di cantiere, di tutte quelle azioni cioè legate all'esecuzione dell'opera in esame e che non compaiono nelle indicazioni progettuali.

## **6.8. STATO FISICO DEI LUOGHI, AREE DI CANTIERE E VIABILITA', RIFIUTI – ROCCE E TERRE DA SCAVO**

L'attività di monitoraggio in modo più schematico ancora può essere esplicitato nelle fasi:

- Ante operam (prima della realizzazione dei lavori);
- In corso d'Opera (durante la costruzione dell'opera);
- Post operam (dopo la costruzione dell'opera).

### **6.8.1. Stato fisico dei luoghi, aree di cantiere e viabilità**

Nella fase di monitoraggio *ante operam* i rilievi dello stato fisico dei luoghi deve essere eseguito in modo da permettere la verifica del ripristino delle condizioni originarie o del nuovo assetto previsto o richiesto dal progetto e nel SIA e relative prescrizioni, successivamente alla fine dei lavori ed al disimpianto del cantiere. È necessario prevedere la verifica di eventuali avvenute variazioni allo stato fisico dei luoghi, al momento del verbale di consegna delle aree di intervento.

Nella fase in corso d'opera si prevedono verifiche di eventuali variazioni dello stato fisico dei luoghi, a seguito della realizzazione delle opere, attraverso l'esecuzione di analisi e rilievi, con cadenze non superiori a sei mesi. Con particolare riferimento alle aree occupate da impianti di cantiere, si deve prevedere la verifica della rispondenza di eventuali variazioni planimetriche di tali aree, degli impianti insistenti e della viabilità, rispetto a quanto previsto nel programma della loro evoluzione temporale, prevedendo la verifica della sussistenza e l'eventuale aggiornamento delle contromisure.

Il monitoraggio a fine lavori prevede tutte le azioni ed i rilievi necessari a verificare l'avvenuta esecuzione dei ripristini di progetto previsti e l'assenza di danni e/o modifiche fisico/ambientali nelle aree interessate. Questa fase del monitoraggio deve essere effettuata successivamente al disimpegno del cantiere e dovrà costituire parte integrante del certificato di collaudo finale dell'opera.

### 6.8.2. Rifiuti

Nella fase ante operam si devono individuare i rifiuti previsti dalle attività di cantiere, i criteri per il loro recupero e/o riutilizzo e del piano di riduzione, dello stoccaggio e smaltimento per i rifiuti. Si devono individuare e definire le modalità di aggiornamento e archiviazione degli indicatori a completamento di quelli minimi di produzione e di gestione.

Nella fase in corso d'opera si devono definire i seguenti punti:

#### per i rifiuti in generale

- aggiornamento della normativa di riferimento;
- caratterizzazione della fonte, della tipologia, delle modalità di verifica dei materiali derivanti dall'attività di cantiere;
- definizione delle modalità di verifica della conformità della tipologia dei rifiuti;
- analisi dell'evoluzione nella produzione delle diverse tipologie di rifiuto, individuate e classificate secondo la lista europea dei rifiuti (LoW), motivando eventuali aumenti/diminuzioni della produzione rispetto a quanto previsto nel progetto;

#### per ciascuna tipologia di rifiuto

- verifica dei quantitativi in deposito, della localizzazione e delle caratteristiche del deposito;
- verifica delle modalità di controllo dei rifiuti e registrazione dei dati;
- definizione del lotto minimo dal quale prelevare il campione rappresentativo e relativa frequenza di campionamento;
- formazione del campione rappresentativo e conservazione dello stesso;
- analisi dei parametri chimici;
- localizzazione della destinazione dello stoccaggio e dello smaltimento dei rifiuti.

Alla fine dei lavori si verifica l'effettivo ripristino delle aree indicate nei piani di gestione per il deposito temporaneo. Si rilevano i seguenti parametri:

- tipologia e produzione di rifiuti per tutto l'intervento e alla chiusura delle attività;
- il tipo di cantiere coinvolto dalla produzione di rifiuti;
- la modalità di deposito, grado di coerenza, le modalità di eventuali confezionamenti;
- le caratteristiche strutturali del deposito.

### 6.8.3. Rocce e terre da scavo

Nella fase ante operam deve essere effettuata l'analisi preliminare della tipologia delle rocce e terre da scavo attese dalle attività di cantiere. Si devono definire preliminarmente i piani per l'effettivo riutilizzo per rinterri, riempimenti, rilevati e ammantati; oltre che le modalità di verifica della concentrazione di inquinanti, ai fini della classificazione dei materiali da destinare al riutilizzo. Si devono acquisire le eventuali autorizzazioni previste dalle normative vigenti per la ricollocazione in altro sito. Si devono definire i piani di gestione delle rocce e terre da scavo e di devono individuare le modalità di aggiornamento e di archiviazione degli indicatori a completamento di quelli minimi di produzione e di gestione.

Nella fase in corso d'opera si caratterizzano le tipologie delle rocce e delle terre da scavo e si verificano i piani di gestione. Si esegue anche l'analisi dell'evoluzione della produzione delle diverse tipologie di materiale.

Il monitoraggio a fine lavori prevede la verifica dell'effettivo riutilizzo per rinterri, rilevati e macinati, riempimenti. Si verifica anche l'effettivo ripristino delle aree indicate per l'accumulo temporaneo.

## 6.9. AMBIENTE SOCIALE

Le azioni da effettuare nelle tre fasi di realizzazione dell'opera (ante, in corso, post operam) riguarderanno:

- Identificazioni delle testate giornalistiche locali;
- Indagini degli articoli attinenti direttamente o indirettamente l'opera;
- Analisi dei documenti selezionati sulla base di una scheda che consenta l'individuazione di:
  - o livello di copertura informativa;
  - o fonte dell'informazione;
  - o modalità di presentazione degli eventi, dei problemi, dei rischi;
  - o modalità comunicative;
  - o posizione assunta dall'autore o dalla testata sul problema trattato.

L'uso di tecniche di analisi del contenuto di dati d'archivio consente la registrazione nel tempo degli impatti sociali che si verificano nelle comunità locali. I mezzi di comunicazione di massa sono, infatti, sensibili rilevatori dell'opinione pubblica, di ciò che diviene socialmente rilevante. Analisi siffatte consentono quindi di ricostruire le dinamiche dei sistemi sociali interessati prima (ante-operam), durante e dopo la realizzazione del progetto(post-operam).

Il vantaggio di questo approccio risiede soprattutto nella pressoché totale assenza di "interferenze" dell'indagatore sull'oggetto di indagine. Inoltre si tratta di studi effettuabili con costi contenuti e che, una volta impostati, consentono un aggiornamento continuo e cumulativo dei dati.

## 6.10. RADIAZIONI IONIZZANTI E NON

Per l'individuazione dei punti da monitorare possono essere utilizzate anche valutazioni modellistiche; per il posizionamento delle centraline devono essere ben indagate le condizioni al contomo, evitando la presenza di elementi perturbativi lungo il percorso propagativi del campo elettromagnetico, che se trascurati, possono dare luogo ad errori consistenti.

Per la scelta delle postazioni è consigliabile effettuare una prima fase di monitoraggio di screening.

Le tipologie di postazioni dovranno essere scelte:

- in ambiente esterno, in corrispondenza di aree normalmente fruite dalla popolazione e dai lavoratori;
- all'interno di ambienti abitativi dei cantieri;
- in ambiente esterno, in corrispondenza di punti di controllo appositamente scelti per la costante verifica delle emissioni di ciascuna delle sorgenti presenti.

Di seguito vengono indicati due principali criteri di scelta per l'individuazione dei punti da monitorare all'interno delle aree sensibili:

- criteri tecnico-normativo, rivolti a caratterizzare i livelli di CEM o ad indagare in modo approfondito situazioni che meritano attenzione;
- criteri sociali e di opportunità, riconducibili agli aspetti di prevenzione e gestione del conflitto sociale; in quest'ottica vanno comunque comprese tra i punti da monitorare delle aree sensibili edifici quali: scuole, ospedali, case di cura e/o di riposo.

## 7. POSIZIONI DI MONITORAGGIO DISTINTE PER FASI DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA

### 7.1. RUMORE

Prima della realizzazione dell'opera si effettueranno rilievi sia vibrometrici che fonometrici. I rilievi vibrometrici, indicati nell'allegato A con il codice PRV, si effettueranno in vicinanza dell'abitato di Scilla e di Catona. I rilievi fonometrici si effettueranno in corrispondenza dei centri abitati (PRFA) e in ambienti esterni (PRFE). Gli ambienti esterni presi in considerazione sono quelli intercettati dal tracciato nuovo autostradale nelle prossimità di Scilla, di Cannitello-Ferrito, di Villa S.Giovanni, di Spuntone, di Catona, di Gallico Marina, di Scacciotti.

In corso d'opera i punti di rilievo vibrometrici (PRV IO) e fonometrici (PRFA IO) sono i seguenti:

- Galleria Piaie;
- Cantiere CG1;
- Cava 5;
- Deposito n°16;

- Cava ex deposito n°17.

Nella fase post-operam sono punti di monitoraggio tutti quelli già determinati ante-operam e in corso d'opera.

## 7.2. SUOLO

Posizioni di monitoraggio		
Ante - operam	In corso d'opera	Post - operam
Galleria Scilla	Galleria Scilla	Galleria Scilla
Viadotto S.Gregorio	Viadotto Livorno	Viadotto Livorno
Cantiere CG1	Ponte Monacena	Ponte Monacena
Viadotto S.Trada	Viadotto S.Gregorio	Viadotto S.Gregorio
Viadotto Gibia	Galleria Pilone	Galleria Pilone
Ponte Prestianni	Cantiere CG1	Viadotto S.Trada
Tratto Cagarella I e II	Viadotto S.Trada	Viadotto Gibia
Tratto zona Ferrito	Ponte Prestianni	Galleria Piale
Viadotto Immacolata	Tratto zona Cannitello	Viadotto Immacolata
Galleria artif. Villa S.Giovanni	Galleria Piale	Galleria artif. Villa S.Giovanni
Tratto zona Acciarello	Viadotto Campanella	Viadotto Fiumara di Catona
Tratto zona S.Filippo Neri	Viadotto Immacolata	Viadotto Fortezza di Catona
Tratto zona V.Bolano	Galleria artif. Villa S.Giovanni	Ponte a 3 luci delle Gambarie
Svincolo Concessa	Tratto zona Acciarello	Ponte a 3 luci Via Itria
Tratto zona Ficurella	Cava 5	Galleria Scacciotti
Viadotto Fortezza di Catona	Cava 6	Galleria Montecorno
Tratto zona Fontanelli	Tratto zona S.Filippo Neri	Galleria Pentimele
Tratto zona Fiumara di Gallico	Tratto zona V.Bolano	
Ponte a 3 luci delle Gambarie	Cantiere CO3	
Ponte a 3 luci Via Itria	Svincolo Concessa	
Galleria Scacciotti	Viadotto Fiumara di Catona	
Tratto zona Baglio Giunta	Tratto zona Ficurella	
Galleria Montecorno	Viadotto Fortezza di Catona	
Svincolo zona S.Francesco	Tratto zona S.Francesco	
Galleria Pentimele	Cantiere CG3	
Deposito n°9	Tratto zona Fontanelli	
Deposito n°10	Svincolo Fiumara di Gallico	
Deposito n°11	Ponte a 3 luci delle Gambarie	
Deposito n°12	Ponte a 3 luci Via Itria	
Deposito n°13	Galleria Scacciotti	
Cava 5	Cantiere CO4	
Cava 6	Tratto zona Scacciotti	
Cava 7	Galleria Montecorno	
Cantiere CO3	Svincolo zona S.Francesco	
Cantiere CG3	Galleria Pentimele	
Deposito n°14	Cava ex Deposito n°17	
Deposito n°16	Cava ex Deposito n°15	
Cantiere CO4	Deposito n°14	
Cava ex Deposito n°17	Deposito n°16	
Cava ex Deposito n°15	Cava 7	
	Deposito n°9	
	Deposito n°10	
	Deposito n°11	
	Deposito n°12	
	Deposito n°13	

## 7.3. AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

Punto di campionamento nelle tre fasi	Opere di progetto interferenti
DG 40-41.1	Viadotto Livorno
DG 40-41.2	Ponte Monacena
DG 40-41.3	Dismissione carreggiate attuali e costr. nuove
DG 40-41.4	Viadotto S.Gregorio
DG 40-41.5	Deposito temporaneo
DG 42.1	Viadotto S.Trada
DG 42.2	Ponte Prestianni
DG 42.3	Viadotto Gibia
DG 42.4	Ponte Laticogna
DG 42.5	Ponte Prestianni
DG 42.6	Viadotto Piria
DG 42.7	Ponte Zaganella I
DG 42.8	Ponte Zaganella II
DG 42.9	Viadotto T.Campanella
DG 42.10	Viadotto T.Immacolata

DG 42.11	Viadotto T.Bolano
DG 42.12	Viadotto S.Filippo Neri
DG 42.13	Viadotto Solaro
DG 42.14	Viadotto Fiumara Catona
DG 42.15	Viadotto Fiumara di Gallico
DG 42.16	Deposito temporaneo
DG 42.17	Cava 7
DG 43.1	Tratto Fiumara Scacciotti
DG 43.2	Ponte Torrente Rosignolo
DG 43.3	Viadotto Torbido
DG 43.4	Deposito temporaneo Scacciotti

#### 7.4. AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

Posizione di monitoraggio nelle tre fasi	Nome della sorgente o del pozzo
Inizio DG40/41	P01
Inizio DG40/41	S01
Viabilità cava 3	S02
Viabilità cava 3	S03
Viadotto Livorno	S04
Viadotto Livorno	P02
Galleria Paci	S05
Galleria Paci	S06
Ponte Monacena	S07
Galleria Paci	S08
Galleria Paci -Viadotto S.Gregorio	S09
Viadotto S.Gregorio	S10
Cantiere CG1	S11
Viadotto Santa Trada	S12
Viadotto La Ticogna	S13
Viadotto Piria	S14
Viadotto Zagarella 1	P03
Centro abitato di Ferrito	P04
Galleria Piale	P05
Galleria Piale	S15
Galleria Piale	S16
Viadotto Fiumara di Catona	P06
Viadotto Fiumara di Catona	P07
Viadotto Fiumara di Catona	P08
Viadotto Fiumara di Catona	P09
Viadotto Fiumara di Catona	P10
Viadotto Fiumara di Catona	P11
Cantiere CG3	P12
Cantiere CG3	P16
Svincolo Fiumara di Gallico	P13
Svincolo Fiumara di Gallico	P14
Svincolo Fiumara di Gallico	P15

#### 7.5. VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA

I punti di monitoraggio nelle diverse fasi sono distribuite su tutto il territorio interessato dall'opera di progetto.

#### 7.6. ATMOSFERA

I rilievi per l'inquinamento atmosferico (PRATM), nella fase ante-operam, si effettueranno in corrispondenza dell'abitato di Scilla, fuori il centro abitato di Villa S.Giovanni (zona Acciarella), nella parte superiore di Catona, nell'area superiore di Gallico Marina, nella zona di Scacciotti.

In corso d'opera si tiene come postazione di monitoraggio le zone di Scilla, S.Filippo Neri, Catona e Scacciotti.

Nella fase post-operam si utilizzano tutti i punti di monitoraggio ante-operam ed in corso d'opera.

## 7.7. RADIAZIONI IONIZZANTI E NON

Per il tratto di autostrada in esame i punti di monitoraggio sono i seguenti

1. svincolo di Scilla;
2. galleria artificiale di Scilla;
3. galleria naturale Monacena;
4. galleria naturale Paci;
5. galleria naturale Pilone;
6. svincolo S.Trada;
7. corpo stradale ponte Zagarella 2 – galleria artificiale Piale;
8. galleria naturale Piale;
9. corpo stradale ex galleria artificiale Villa S.Giovanni;
10. corpo stradale viadotto Bolano – viadotto S .Filippo ;
11. corpo stradale viadotto S.Filippo – viadotto Solaro;
12. corpo stradale viadotto Solaro – campo CO3;
13. corpo stradale campo CO3 – viadotto Fiumara di Catona;
14. corpo stradale viadotto Fiumara di Catona – viadotto Fortezza di Catona;
15. campo CG3;
16. corpo stradale campo CG3 – ponte a 3 luci delle Gambarie;
17. corpo stradale ponte a 3 luci delle Gambarie – ponte a 3 luci Via Itria;
18. corpo stradale viadotto Fiumara – galleria artificiale Scacciotti;
19. galleria artificiale Scacciotti;
20. corpo stradale ponte a 3 luci Strada Archi Carmine – ponte a 3 luci Torrente Rosignolo;
21. galleria naturale Montecorno;
22. corpo stradale galleria naturale Montecorno – galleria artificiale Pentimele;
23. galleria artificiale Pentimele;
24. corpo stradale finale.

## 8. CRONOPROGRAMMA DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Si allega il cronoprogramma del monitoraggio ambientale diviso per le seguenti componenti:

- Rumore
- Suolo
- Ambiente idrico superficiale

























- Ambiente idrico sotterraneo
- Atmosfera
- Radiazioni ionizzanti e non

Per le altre componenti il piano prevede un monitoraggio esteso, di area e non puntuale, pertanto non risultano individuati punti precisi di rilievo e di lettura.

## **9. SISTEMI INFORMATICI DA UTILIZZARE PER L'ACQUISIZIONE, RAPPRESENTAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI**

- Carte tematiche del S.I.A. acquisite su autocad
- Carte tematiche del P.A.I. della Regione Calabria su sistema informativo ArcExplorer 2
- Carte aerofotogrammetriche scala 1:25.000 georeferenziate della Regione Calabria in AutoCad Map 2000

## **10. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DELLA QUALITA' AMBIENTALE**

Lo scopo di un monitoraggio analitico ambientale è quello di produrre dei dati credibili, di Qualità Nota mediante i quali "prendere delle decisioni" relativamente a:

- disposti di legge;
- programmi volontari di qualità ambientale (EMAS - ISO 14001);
- raggiungimento di obiettivi di riduzione di inquinamento;
- rispetto dei capitolati di appalto;

Le organizzazioni coinvolte in qualsiasi delle operazioni attinenti al monitoraggio devono assicurare, dandone adeguata evidenza, che i dati raccolti per la caratterizzazione di processi o stati dell'Ambiente sono, sia del tipo, sia della qualità, appropriati per l'uso che se ne intende fare; pertanto la pianificazione delle attività di campionamento, il trasporto dei campioni, le analisi, il trattamento e la validazione dei dati, il reporting devono essere progettati ed eseguiti in conformità a capitolati definiti per garantire la qualità dei dati rispondente alle esigenze prefissate.

È fondamentale rilevare che solo i dati di Qualità Nota sono scientificamente Credibili, e pertanto solo i dati di Qualità Nota possono avere un valore legale in quanto sono supportati da adeguata evidenza scientifica difendibile.

E' altresì importante sottolineare il fatto che a priori non è corretto assumere che utilizzando un metodo analitico sofisticato si ottengano automaticamente dati con elevatissimo grado di accuratezza, ed al contrario non è corretto credere che un metodo poco sofisticato, possa solo generare dei dati con basso grado di accuratezza analitica.

## **11. CRITERI PER IL CONTROLLO DELLA QUALITA' DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO**

### **11.1. GENERAZIONE DI DATI CON QUALITÀ NOTA-DEFINITA**

Avere dei dati di Qualità Nota (indipendentemente dal Quanto elevata sia la Qualità) significa che i dati analitici ottenuti con determinati metodi analitici validati siano supportati da un numero adeguato di campioni di controllo che diano evidenza, all'atto di applicazione del

metodi stessi, (difendibilità scientifica) della precisione e del bias dell'analisi e della capacità del laboratorio di riuscire effettivamente a determinare gli analiti oggetto del monitoraggio fino alla concentrazione definita come il limite di rilevabilità del metodo utilizzato in modo selettivo.

## 11.2. QUALITÀ ANALITICA NOTA-DEFINITA

$$\text{KAQ} = \text{KP} + \text{KB} + \text{KDL} + \text{KS}$$

KAQ = Known Analytical Quality (Qualità Analitica Nota-Definita)

KP = Known Precision (Precisione Nota-Definita)

KB = Known Bias (Bias Noto-Definito)

KDL = Known Detection Limits (Limiti di Rilevabilità Noti-Definiti)

KS = Known Selectivity (Selettività Nota-Definita)

La Qualità Analitica Nota-Definita si deve intendere riferita esclusivamente a quel tipo specifico di matrice all'atto dell'applicazione dei metodi analitici sulla matrice stessa e pertanto ne consegue che, una volta definito la precisione, il bias, il limite di rilevabilità e la selettività per tutti gli analiti con un determinato metodo analitico (validazione del metodo), è necessario dare evidenza all'atto di esecuzione del metodo sulla matrice oggetto dell'indagine che la precisione ed il bias rientrino nei limiti di controllo previsti dal metodo utilizzato:

- la precisione della prova per tutti gli analiti si determina sperimentalmente attraverso analisi di duplicati di laboratorio (Matrix Spike - MS e Matrix Spike Duplicates - MSD o per i metodi basati sulla diluizione isotopica mediante Duplicati di laboratorio) e calcolando la Differenza Percentuale Relativa (%RPD).
- il bias della prova per tutti gli analiti si valuta assicurandosi che le deviazioni dovute a fattori esterni e alla matrice stessa siano nei limiti di controllo, questa verifica si effettua attraverso l'analisi di bianchi (Method Blank, Instrument Blank...) e attraverso le verifiche della calibrazione iniziale con standard di seconda sorgente e di controlli continui della calibrazione (e se necessario con altri QC specifici) e attraverso la valutazione del recupero su Matrix Spike e Campioni di Controllo LCS.
- la capacità del laboratorio di essere in grado di raggiungere i limiti di rilevabilità richiesti si evince dallo studio dell'MDL su quella matrice.
- La selettività è la capacità del metodo di essere in grado di differenziare tra analiti che possano interferire tra loro e viene definita durante il processo di validazione del metodo mediante l'analisi di materiali certificati di riferimento o di QC specifici per il controllo delle interferenze (Interference Check).

Poiché eseguendo queste verifiche sperimentali mediante i campioni di controllo non sempre si verifica che la precisione e/o il bias rientrino nei limiti previsti dal metodo o nei limiti richiesti dal progetto è necessario, qualificare i dati associati a campioni di controllo al di fuori dei limiti di accettazione con opportuni qualificatori (Flags), per i quali non è stato possibile o non si è riuscito ad effettuare azioni correttive.

Per correttezza etico-professionale è altresì necessario che i dati generati senza QC per la determinazione della precisione e del bias siano qualificati con una la lettera "S", ad esempio, per indicare che questi dati sono di Qualità Sconosciuta, magari anche accurati ma della cui accuratezza non si può dire niente.

La descrizione dettagliata del processo di generazione di dati scientificamente difendibili è descritta con maggiore dettaglio ed esempi nel corso della trattazione.

### **11.3. ACCREDITAMENTO E DATI SCIENTIFICAMENTE DIFENDIBILI (DI QUALITÀ NOTA)**

Si vuole sottolineare che il fatto di essere accreditati non costituisce a priori garanzia per la fornitura di Dati Scientificamente difendibili.

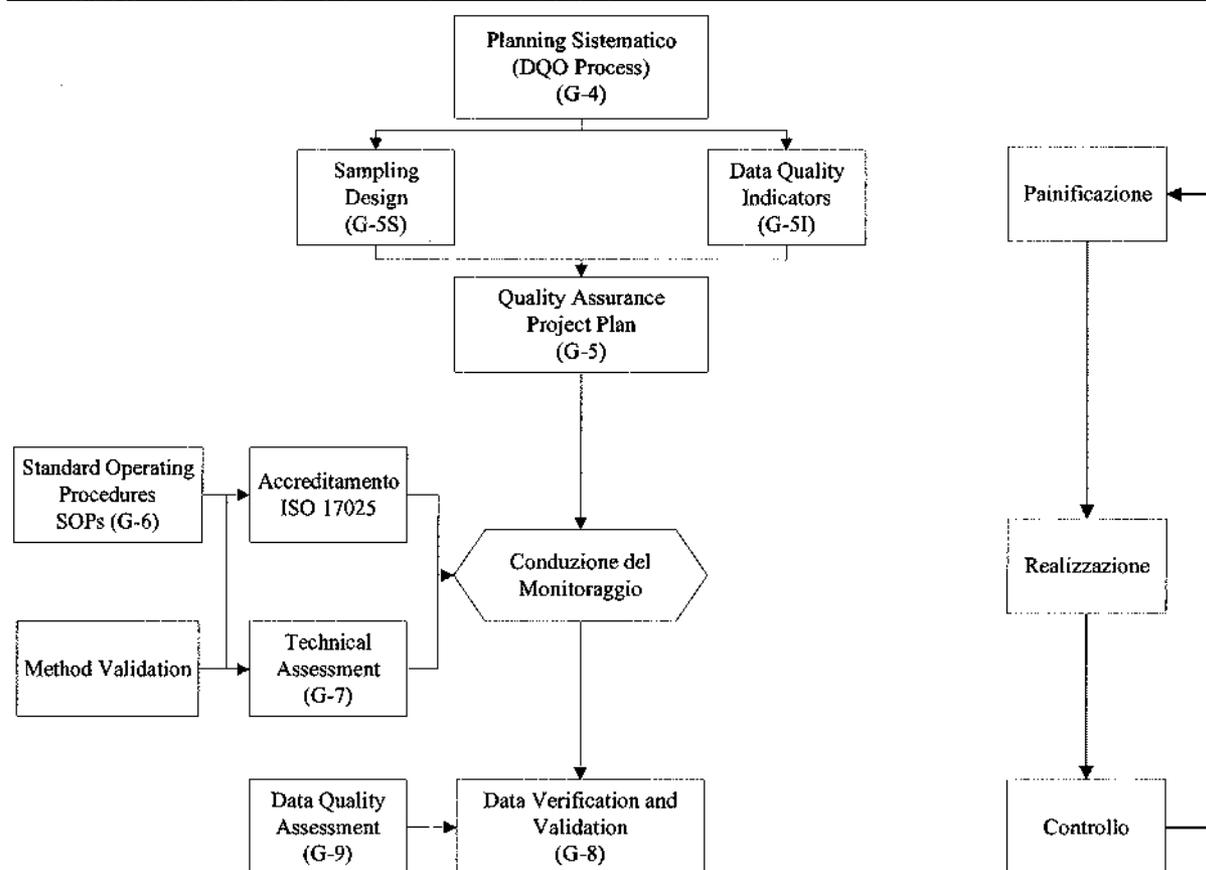
Detta garanzia è data esclusivamente dal fatto che siano stati eseguiti un adeguato numero di QC e che ne venga data opportuna evidenza della conformità tramite opportuni report e all'esigenza tramite i Dati Grezzi originali (file di macchina generati da software certificati a garantire l'impossibilità dell'utilizzatore di modificare i dati stessi).

### **11.4. GESTIONE DELLA QUALITÀ DEI DATI (DQM DATA QUALITY MANAGEMENT): L'APPROCCIO SISTEMATICO.**

Per poter controllare e gestire la Qualità dei dati in un qualsiasi progetto di monitoraggio occorre definire e realizzare puntualmente tutta una serie di dettagli che possono essere raggruppati nelle seguenti fasi:

- Pianificazione
- Realizzazione
- Controllo

Queste fasi sono specifiche per ciascun progetto in funzione dei "desiderata" e dei requisiti del progetto stesso.



#### 11.4.1. Pianificazione

La pianificazione sistematica "Systematic Planning" delle attività di monitoraggio si effettua ad esempio mediante uno strumento chiamato: "Processo per la definizione degli Obiettivi della Qualità dei Dati": DQO Process.

##### DQO Process

Il processo di pianificazione di un Monitoraggio Ambientale è un processo con un livello di approfondimento e difficoltà crescente, che può essere iterato fino a quando è necessario e fino al raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Si articola sui seguenti punti principali:

- Definizione iniziale del Problema: Responsabili, Personale dedicato, Tempistiche, Risorse, Tappe, Requisiti, Traguardi e Obiettivi;
- Identificazione delle Decisioni: Formulazione di Ipotesi delle azioni conseguenti e delle azioni alternative (qualora l'ipotesi sia da rifiutare);
- Identificazione delle informazioni richieste per prendere le decisioni: sorgenti per le informazioni, livelli di azione, metodi di analisi e di campionamento, si definiscono le principali fonti che possano generare delle incertezze nelle decisioni e le strategie per prendere in considerazione ed eliminare dove possibile tali fonti;
- Definizione dei confini dello studio: definizione dei limiti spaziali o temporali;
- Definizione di regole per le decisioni: If (ipotesi formulata è vera) Then (Azione);

- Definizione dei limiti di errore accettabili per le decisioni;
- Sviluppo ed ottimizzazione del disegno per la raccolta e la valutazione dei dati: "Piano di assicurazione della Qualità dei Dati" QAPP e "Processo per la valutazione della Qualità dei Dati" DQA Process.

Molto spesso è necessario prendere delle decisioni relative a "popolazioni statistiche" sulla base delle informazioni che sono state derivate dall'analisi di uno o più campioni.

Questo tipo di decisioni sono normalmente definite "Decisioni Statistiche" e le probabilità di fare degli errori decisionali (sopra o sotto il limite) basandosi sul set di dati disponibili può essere quantificata mediante una procedura statistica denominata "Test di Ipotesi".

Il test può essere usato per dimostrare sia che non vi sia sufficiente evidenza per indicare che l'ipotesi di base sia falsa (e di conseguenza che si accetti che l'ipotesi di base sia presuntamente vera) sia che vi sia sufficiente evidenza che l'ipotesi di base sia falsa (e di conseguenza che l'ipotesi alternativa sia vera).

L'onere della prova è quello di dimostrare in modo scientificamente corretto che si possa rifiutare l'ipotesi di base; nel Test di Ipotesi, infatti, l'ipotesi di base è da presumersi vera fino a quando non ci sia sufficiente evidenza che indichi che sia falsa. Pertanto è fondamentale capire, sia quale ipotesi deve essere scelta come ipotesi di base, sia quale probabilità occorre associare al fatto che essa sia presunta vera; infatti lo stesso set di dati può condurre a differenti decisioni in funzione della probabilità che si associa all'ipotesi di base.

Bisogna altresì notare che quando il numero dei dati è limitato si può fare l'errore di rigettare falsamente l'ipotesi di base (decidere che l'ipotesi di base sia falsa quando nella realtà invece essa è vera) o, nel caso opposto, l'errore di accettare falsamente l'ipotesi (decidere che l'ipotesi di base sia vera quando nella realtà invece essa è falsa).

Decisione da prendere sulla base di set di dati	Condizione Vera	
	Ipotesi di base è vera	Decisione Corretta
Ipotesi di base è falsa	Decisione Errata (Falso Rigetto)	Decisione Corretta

In un monitoraggio ambientale si può dimostrare che in funzione della modalità di campionamento che si intende eseguire (random, composito, etc...) esistono delle relazioni funzionali che legano il numero di campioni da analizzare ( $n$ ), la probabilità dell'errore decisionale ( $D_p$ ) e l'incertezza della misura connessa con il monitoraggio ( $\Delta M_2$  = variabilità del monitoraggio).

$$N = f(D_p, \Delta M_2)$$

L'incertezza di misura del monitoraggio ( $sM_2$ ) è a sua volta scomponibile nelle incertezza di misura del campionamento ( $sC_2$ ) e nell'incertezza di misura dell'analisi ( $sA_2$ ) che

normalmente per un monitoraggio di suolo potrebbero essere in un rapporto variabile da 5:1 a 10:1.

N.B. Il criterio di decomposizione della variabilità è basato sul fatto che con buona approssimazione si può dire che la variabilità totale è la sommatoria di tutte le variabilità parziali che la costituiscono; siccome lavorare a livello della varianza può essere scomodo da un punto di vista visivo è più facile e rappresentativo lavorare al livello della deviazione standard e rappresentare l'incertezza con triangoli rettangoli.

*Gli Step per la definizione dell'errore nella decisione.*

Si calcola il numero di campioni da prelevare per consentire la concordata probabilità decisionale. Per fare questo occorre conoscere la variabilità dei metodi analitici utilizzati (ex ante da verificarsi ex post con i Campioni di Controllo di Laboratorio: Laboratory QC) e stimando la variabilità del campionamento (ex ante da verificarsi ex post con i Campioni di Controllo di Campo: Field QC).

$$N = f(Dp, \Delta M^2)$$

Si definiscono le principali fonti (punto c del DQO process) che possano generare delle incertezze nelle decisioni e le strategie per prendere in considerazione ed eliminare dove possibile tali fonti (i.e. se si campiona un'acqua di falda vicino ad un serbatoio di stoccaggio di benzina si esegue un QC di campo chiamato Ambient Blank per tenere sotto controllo che una potenziale presenza di toluene nei campioni non sia dovuta alla contaminazione dell'acqua di falda prelevata da parte dell'atmosfera in cui si è svolto il campionamento).

Si verifica che il piano di monitoraggio rispetti i requisiti di budget rischi per gli stake holders e sia da essi approvato, altrimenti si ottimizza il piano in funzione delle necessità (punto g del DQO process) e si scrive un Piano di Assicurazione della Qualità dei Dati sulla base dei DQI di interesse in cui si definiscono tutte le specifiche operative per ciascun metodo di campionamento ed analisi utilizzati, Flagging Criteria, modalità di Reporting etc etc ed in particolar modo si definiscono quali e quanti QC il laboratorio deve eseguire per la verifica della variabilità del monitoraggio ex post.

Si esegue il monitoraggio, si validano i dati sulla base del QAPP e si verifica ad esempio mediante i QC quali MS e MSD e Field Duplicates (within unit o between unit) se rispettivamente la variabilità del laboratorio e se la variabilità del campionamento rientrano in quelle ipotizzate (ex ante) nel piano.

Se è vero che la variabilità del monitoraggio (variabilità del campionamento + variabilità analitica) rientrano all'interno dei valori di progetto allora si può prendere la decisione con la probabilità di errore stabilita che l'ipotesi di base è vera; se non si può si devono fare delle ulteriori indagini.

*Come si fa a valutare la variabilità di un metodo analitico ex ante ed ex post?*

- Ex ante: Il Progetto di monitoraggio deve dare evidenza di essere in grado di eseguire il metodo richiesto applicato ad una matrice simile a quella da investigare. L'evidenza può

venir data mediante l'analisi di campioni di controllo LCS nel tempo dai quali si ricava il coefficiente di variazione della misura per ciascun analita oppure mediante l'analisi di materiali di riferimento certificati.

- Ex post: Il-Progetto deve dare evidenza di tutti i QC richiesti nel QAPP ed in particolare dei QC MS e MSD (a meno che non si siano utilizzati dei metodi basati sulla diluizione isotopica per i quali è sufficiente eseguire dei duplicati di laboratorio al posto di MS e MSD),matrice, che per ogni batch sia stata verificata la calibrazione in conformità alla periodicità richiesta dal QAPP, che per ogni Batch di preparativa siano stati preparati ed analizzati i QC MB ed LCS, etc. etc..

### Vantaggi e Svantaggi nell'utilizzo di un DQO Process

Anche se il costo sul singolo processo è sicuramente più alto il costo globale della gestione dei monitoraggi ambientali con Qualità definita è notevolmente inferiore:

una volta definito il processo tutte le decisioni che ne derivano sono prese con una tempistica molto più rapida in quanto già stabilite nel Processo;

non sono necessarie ripetizioni di analisi di tre o quattro enti per lo stesso progetto ecc...

Consente di evitare di fare delle elaborazioni statistiche e conseguentemente di prendere decisioni sulla base di informazioni non corrette, o non rappresentative e questo è particolarmente importante quando queste decisioni possono avere un impatto sulla salute e sulla sicurezza dei cittadini.

È un sistema totalmente trasparente: si deve dare evidenza scientifica di tutto.

Inizialmente il DQO Process può sembrare essere più complicato da gestire.

### Sampling Design

Prima di procedere alla stesura di un Piano di Assicurazione della Qualità dei Dati occorre fare un attento esame relativo al disegno del progetto di campionamento, con l'obiettivo di rispondere alla domanda : "I campioni da prelevare sono rappresentativi della popolazione di interesse?".

Si devono preventivamente esaminare le modalità con cui si intende effettuare il campionamento ed il trasporto dei campioni affinché queste due fasi abbiano una influenza controllata sulla accuratezza dei risultati analitici.

Si devono altresì prevedere le modalità (i Campioni di Controllo di Campo) per controllare l'influenza delle fasi di campionamento e trasporto dei campioni al laboratorio.

### Punti Principali

- Punti di campionamento e criteri di scelta (se applicabile);
- Responsabilità del progetto in campo;
- Modalità di campionamento (metodi e istruzioni operative di dettaglio);
- QC da effettuare su campo (per la valutazione del Bias e della Precisione globale del monitoraggio);

- Modalità di stabilizzazione/stoccaggio temporaneo dei campioni;
- Modalità di trasporto dei campioni al laboratorio;
- Informazioni da registrare che possano influenzare la misura (temperatura, pressione atmosferica, flussi, condizioni climatiche ecc.);
- Moduli di registrazione

### Indicatori della Qualità dei Dati (DQI)

La Qualità dei dati è un termine generale utilizzato per misurare il grado di accettabilità o utilità dei dati per un determinato scopo per mezzo di attributi che possono essere misurati Quantitativamente e Qualitativamente. I principali attributi da utilizzarsi per le analisi ambientali sono:

### La Precisione, il Bias (Deviazione), la Rappresentatività, la Completezza e la Comparabilità

I DQI non sono loro stessi gli attributi della Qualità dei Dati ma possono essere definiti per fornire delle misure quantitative o qualitative degli attributi (il Bias non è un DQI, ma può essere definito per dare una misura del bias di un progetto di monitoraggio).

Lo stabilire dei "Criteri di Accettabilità" per i DQI vuol dire definire degli obiettivi quantitativi per la Qualità dei Dati.

La **precisione** è definita come il grado di accordo di misurazioni ripetute in modo indipendente, tramite lo stesso processo ed in condizioni ripetibili (errore casuale, variabilità della misura). La "Precisione totale" del metodo analitico è la misurazione della variabilità della misura introdotta sia dalle operazioni di laboratorio (preparativa ed analisi) sia da quelle di campo (prelievo, trasporto e stoccaggio). Il calcolo della Precisione viene fatto confrontando i risultati ottenuti da analisi di campioni "duplicati" generati al livello di cui sia di interesse valutarne il valore.

I principali indicatori QC sono:

- Repliche / Duplicati di campo (FD/FR, Field Duplicates /Replicates);
- Repliche /Duplicati di Laboratorio (LD/LR, Lab Duplicates /Replicates);
- Spike Duplicati (LCSD/MSD, Lab Control Sample Duplicate, Matrix Spike Duplicate);
- Repliche Strumentali (IR, Instrument Replicates).

Il fatto che una misura sia precisa costituisce condizione necessaria ma non sufficiente perché una misura sia accurata "giusta"; ... sono sicurissimo (elevata precisione) di avere un dato sbagliato. L'accuratezza della misura è pertanto anche funzione del bias.

La **Bias** – deviazione – è definito come l'errore sistematico e persistente di una misura o di un processo in un'unica direzione e descrive la deviazione dal valore vero della misura stessa.

Si misura comparando i valori ottenuti in campioni di indagine con campioni (della stessa matrice) caratterizzati da un valore noto.

Si esprime generalmente come percentuale di recupero.

I principali indicatori QC sono:

- Verifica della calibrazione (CV Calibration Verification – 2ndV Second Source Calibration Verification);
- Control Samples o Blank Spikes (LCS / LCSD Lab Control Sample, Lab Control Sample Duplicate)
- Matrix Spikes (MS / MSD, Matrix Spike / Matrix Spike Duplicate);
- Materiali di Riferimento Certificati (SRM, Standard Reference Materials o PE, Performance Evaluation Samples);
- Bianchi strumento (CB Control Blank);
- Bianchi del metodo analitico (MB Method Blank);
- Bianchi di campo (AB, TB, EB, RB... Ambient, Trip, Equipment, Rinsate Blanks)

L'**Accuratezza** è una misurazione statistica della correttezza dell'esecuzione della prova (l'errore totale associato con una misura: rapporto tra il valore trovato ed il valore vero o il valore della concentrazione nota di una aggiunta o di uno standard) e include componenti di errori casuali (dovuti all'imprecisione) ed errori sistematici.

Elevato Bias + Bassa Precisione = Bassa Accuratezza  
Basso Bias + Bassa Precisione = Bassa Accuratezza

Elevato Bias + Elevata Precisione = Bassa Accuratezza  
Basso Bias + Elevata Precisione = Elevata Accuratezza

La **rappresentatività** è il grado di accuratezza con cui il campione rappresenta le caratteristiche di una popolazione di campioni o di una matrice di interesse; essa è perseguita a mezzo dell'adozione di un appropriato programma di prelievo dei campioni, da realizzarsi con tecniche e procedure ben definite. La rappresentatività può naturalmente essere influenzata da fattori quali l'omogeneità del sito, l'omogeneità del campione rispetto ad un punto preciso dell'area campionata e la completezza delle informazioni sulle quali è preparato il piano di campionamento stesso. Anche l'utilizzo di più metodiche analitiche può risultare nella non-rappresentatività dei dati analitici nei confronti della matrice analizzata.

La **completezza** è la misura dell'ammontare di misure valide comparate al totale generale dei dati generati. Essa sarà determinata per ciascun metodo analitico, matrice e combinazione di analiti. Gli obiettivi di completezza di ciascun progetto devono essere ottimizzati al fine di soddisfare i Data Quality Objectives; normalmente i DQO sono in percentuale del 95% per i campioni acquosi e del 90 % per i terreni, ma tali valori possono variare anche considerevolmente in funzione di fattori quali il protocollo di campionamento su campo ed il DQO.

La **comparabilità** è la confidenza con la quale un set di dati può essere comparato con un altro set di dati. L'obiettivo dei programmi di QC è produrre dati col maggior grado di comparabilità. Essa è ottenuta utilizzando metodi standard per campionamento ed analisi, riportando i dati in unità standard, normalizzando i risultati alle condizioni standard e utilizzando

formati di report standard. Altre informazioni per accertare la comparabilità dei dati saranno fornite dalle risultanze degli audit effettuati a carico del/dei laboratori coinvolti nel progetto e dalla verifica delle performance ottenute sui diversi metodi analitici con l'utilizzo di campioni di valutazione predisposti "ad hoc" (PE, Performance Evaluation samples).

#### Redazione del Piano di assicurazione della Qualità dei Dati QAPP

Poiché nella realtà la "certezza" di una misurazione generata da un Laboratorio non esiste per definizione, in quanto ogni misura è intrinsecamente soggetta ad errore, si è visto che per mettersi nella condizione di poter verificare che i dati rientrino in un certo "range" di accettabilità (qualità) è necessario:

- avere delle procedure specifiche di Assicurazione della Qualità che definiscano cosa, dove, come, quando, e perché si esegue un monitoraggio: QA;
- misurare dei campioni di controllo per dare evidenza della precisione ed del bias della misura: QC;

e cioè definire un piano per l'assicurazione della Qualità dei Dati nel seguito QAPP, il quale in termini semplicisti non è altro che il manuale della Qualità di un Programma QA/QC per un progetto di monitoraggio.

Le informazioni da mettere in un QAPP si dividono in 4 gruppi:

- Gruppo A Management del Progetto
  - A1 Titolo e Modulo di Approvazione
  - A2 Indice e Formato dei Documenti
  - A3 Lista di distribuzione
  - A4 Organizzazione del progetto e Programmazione
  - A5 Definizione dei Problemi e Background
  - A6 Descrizione del Progetto
  - A7 Obiettivi di Qualità dei Dati e criteri di misura
  - A8 Addestramenti specifici e Accredamenti/Certificazioni
  - A9 Documentazione e Registrazione

Gruppo B Misure Acquisizione dei Dati

- B1 Disegno del Processo di Campionamento (Experimental Design)
- B2 Requisiti dei Metodi di Campionamento
- B3 Requisiti per la Manipolazione e la Custodia dei Campioni
- B4 Requisiti dei metodi analitici
- B5 Requisiti del Controllo Qualità QA/QC program
- B6 Requisiti di Manutenzione Ispezione e Verifica degli Strumenti
- B7 Requisiti di Calibrazione (frequenza) degli Strumenti
- B8 Requisiti per l'ispezione ed accettazione per forniture e consumabili
- B9 Requisiti per l'acquisizione dei Dati (Misure non dirette)
- B10 Management dei Dati

### Gruppo C Controllo e Reporting

- C1 Verifica e Azioni di Risposta
- C2 Report al Management

### Gruppo D Validazione dei Dati e loro Utilizzo

- D1 Requisiti per la Revisione e la Validazione dei Dati
- D2 Metodi di Validazione e Verifica
- D3 Comparazione dei Dati con gli Obiettivi di Qualità

## 11.4.2.REALIZZAZIONE

La realizzazione è la conduzione del progetto di monitoraggio in conformità ai protocolli/specifiche definite nel piano di Assicurazione della Qualità dei Dati.

Gli Enti prestanti servizio nelle attività definite dal QAPP devono avere preventivamente redatto delle SOP (Istruzioni operative) che descrivano nel dettaglio le operazioni da seguire ai fini di soddisfare tutti i requisiti dei protocolli QA/QC.

Le SOPs non devono essere fatte con lo scopo di compiacere gli ispettori degli Enti di Accreditamento, ma con lo scopo di mettere in evidenza le modalità operative da tenere affinché le attività siano fatte sempre nello stesso modo, evitando di incorrere in errori che possano pregiudicare la Qualità del Dato.

Esempio: è inutile avere una procedura di campionamento che non descriva in modo esaustivo i tempi di campionamento, lasciando la decisione agli operatori in campo; ed è ancora più inutile che, malgrado tutta una serie di istruzioni siano descritte nelle SOP, gli operatori non si attengano scrupolosamente ad esse. Nel caso per ragioni impreviste gli operatori debbano fare delle variazioni, dette variazioni devono venire opportunamente segnalate nella documentazione ed approvate da un Responsabile.

Tra le varie SOPs rientrano le modalità di validazione dei metodi analitici.

## 11.4.3.CONTROLLO

Il controllo consiste nelle seguenti fasi:

- Revisione degli Obiettivi di Qualità dei dati e del disegno del programma di campionamento come definito nel QAPP sulla base della documentazione resa disponibile;
- Revisione preliminare dei dati: Analisi della Qualifica dei Dati;
- Selezione dei dati validi (a fronte dell'esame della conformità al QAPP e ai DQO) e delle tecniche di analisi statistica degli stessi;
- Verifica delle assunzioni;
- Trarre le conclusioni.

## 12. PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITA' E PREVISIONE DI EVENTUALI ACCERTAMENTI STRAORDINARI

