

**SS 189 - Itinerario Agrigento Palermo**  
**Sistemazione e messa in sicurezza dello svincolo al Km 24 della SS 189**  
**(Svincolo San Giovanni Gemini in località Tumarrano)**

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. PA-884

**R.T.I. di PROGETTAZIONE:**



Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

**MANDATARIA**



Servizi integrati d'ingegneria - Progettazioni  
Computer Aided Design - Drafting  
Sviluppo soluzioni software - hardware - dedicato

**MANDANTE**



**ING. ANDREA MILANO**

**MANDANTE**

**MANDANTE**

**PROGETTISTI:**

*Ing. Nicola D'Alessandro - Responsabile delle prestazioni specialistiche  
Delta Ingegneria srl - Ordine Ing. di Agrigento n. A995*



**AREE SPECIALISTICHE:**

<b>GEOLOGIA</b> <i>Dott. Geol. Massimo Carlino - Delta Ingegneria srl Albo Geol. di Sicilia n. 1328</i>	<b>PROGETTAZIONE IDRAULICA</b> <i>Ing. Maurizio Carlino - Delta Ingegneria srl Ordine Ing. di Agrigento n. A628</i>
<b>PROGETTAZIONE STRADALE E GEOTECNICA</b> <i>Ing. Domenico D'Alessandro - Delta Ingegneria srl Ordine Ing. di Agrigento n. A634</i>	<b>IMPIANTI</b> <i>Ing. Andrea Milano Ordine Ing. di Agrigento n. A789</i>
<b>AMBIENTE E PAESAGGIO</b> <i>Ing. Raimondo D'Alessandro - Delta Ingegneria srl Ordine Ing. di Agrigento n. A2254 Dott. Agr. Floriana Di Leonardo Albo degli Agronomi e Forestali Provincia di Palermo n. 1250</i>	<b>STRUTTURE</b> <i>Ing. Antonio Alparone - Alisea srl Ordine Ing. di Palermo n. A9349 Ing. Giuseppe Ferraro - Delta Ingegneria srl Ordine Ing. di Agrigento n. A203</i>
<b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b> <i>Ing. Nicola D'Alessandro - Delta Ingegneria srl Ordine Ing. di Agrigento n. A995</i>	<i>Ing. Claudio Orsini - TCE srl Ordine Ing. di Napoli n. 9080</i>
<b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b> <i>Ing. Luigi Mupo</i>	<b>ACUSTICA</b> <i>Ing. Antonio Orlando - TCE srl Ordine Ing. di Salerno n. 3817</i>

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**  
**RELAZIONE**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO		T00M00MOARE01B.pdf			
LIV. PROG.	ANNO	CODICE ELAB.			
DPPA0884	E 23	T00M000MOARE01		B	-
D					
C					
B	Revisione per recepimento riesame ANAS	Gennaio 2024	Ing. A. ORLANDO	Ing.N. D'ALESSANDRO	Ing.N. D'ALESSANDRO
A	Consegna Progetto Esecutivo	Ottobre 2023	Ing. A. ORLANDO	Ing.N. D'ALESSANDRO	Ing.N. D'ALESSANDRO
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PMA .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>CRITERI METODOLOGICI DEL PMA .....</b>	<b>6</b>
4.1	DOCUMENTAZIONE DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA .....	6
4.2	FASI DELLA REDAZIONE DEL PMA .....	6
4.3	IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DEL MONITORAGGIO .....	6
4.4	MODALITÀ TEMPORALE ED ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITÀ .....	8
4.5	MODALITÀ DI RESTITUZIONE, GESTIONE E COMUNICAZIONE DEI RISULTATI .....	9
<b>5</b>	<b>AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE .....</b>	<b>11</b>
5.1	PREMESSA E SCOPO DEL MONITORAGGIO .....	11
5.2	RIFERIMENTI NORMATIVI E SCIENTIFICI .....	11
5.3	MODALITÀ DEL MONITORAGGIO .....	12
5.3.1	Articolazione temporale del monitoraggio .....	12
5.3.2	Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio .....	13
5.3.3	Ubicazione dei punti di monitoraggio .....	14
5.3.4	Parametri oggetto di monitoraggio .....	14
5.3.5	Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio .....	15
5.3.6	Metodologie di esecuzione delle analisi .....	16
5.3.7	Svolgimento del monitoraggio .....	18
5.3.7.1	Monitoraggio stato ante operam (AO) .....	18
5.3.7.2	Monitoraggio in fase di realizzazione dell'opera (corso d'opera – CO) .....	18
5.3.7.3	Monitoraggio stato post operam (PO) .....	18
5.3.8	Modalità di gestione delle variazioni .....	19
5.3.9	Schede monitoraggio e rapporti periodici .....	19
<b>6</b>	<b>ATMOSFERA .....</b>	<b>21</b>
6.1	PREMESSA E SCOPO DEL MONITORAGGIO .....	21
6.2	RIFERIMENTI NORMATIVI E SCIENTIFICI .....	21
6.3	MODALITÀ DEL MONITORAGGIO .....	22
6.3.1	Articolazione temporale del monitoraggio .....	22
6.3.2	Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio .....	22
6.3.3	Ubicazione dei punti di monitoraggio .....	23
6.3.4	Parametri oggetto di monitoraggio .....	23
6.3.5	Svolgimento del monitoraggio tipo .....	30
6.3.5.1	Monitoraggio stato ante operam (AO) .....	32
6.3.5.2	Monitoraggio in fase di realizzazione dell'opera (corso d'opera – CO) .....	32
6.3.5.3	Monitoraggio stato post operam (PO) .....	33
6.3.6	Modalità di gestione delle variazioni .....	33
6.3.7	Schede monitoraggio e rapporti periodici .....	34
<b>7</b>	<b>RUMORE .....</b>	<b>36</b>
7.1	PREMESSA E SCOPO DEL MONITORAGGIO .....	36
7.2	RIFERIMENTI NORMATIVI E SCIENTIFICI .....	37
7.3	MODALITÀ DEL MONITORAGGIO ACUSTICO .....	37
7.3.1	Articolazione temporale dei monitoraggi .....	37
7.3.2	Criteri di scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio .....	38
7.3.3	Ubicazione dei punti di monitoraggio .....	38
7.3.4	Parametri oggetto di monitoraggio .....	38
7.3.4.1	Parametri acustici .....	39
7.3.4.2	Parametri meteorologici .....	41

## RELAZIONE MONITORAGGIO AMBIENTALE

RTI di  
progettazione:

Mandataria



Mandanti



ING. ANDREA  
MILANO

7.3.4.3	Parametri di inquadramento territoriale.....	41
7.3.4.4	Strumentazione di misura.....	41
7.3.5	Rilevazioni fonometriche .....	42
7.3.5.1	Misure fonometriche in Ante Operam AO.....	43
7.3.5.2	Misure fonometriche in Corso d’Opera (CO) .....	44
7.3.5.3	Misure fonometriche in Post Operam PO .....	45
7.3.6	Modalità di gestione delle varianze .....	45
7.3.7	Schede monitoraggio e rapporti periodici .....	46
<b>8</b>	<b>PAESAGGIO.....</b>	<b>47</b>
8.1	PREMESSA E OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO .....	47
8.2	INQUADRAMENTO DEL PAESAGGIO-ANALISI DEGLI IMPATTI .....	47
8.3	INQUADRAMENTO DELLE OPERE DI MITIGAZIONE PAESAGGISTICA. ....	49
8.4	QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO .....	50
8.5	INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MISURA .....	51
8.6	MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	52
8.6.1	Attività di campo.....	52
8.6.2	Rilievi fotografici .....	52
8.6.3	Riprese fotografiche dall’alto – tecnologia drone .....	52
8.6.4	Attività di analisi del paesaggio .....	53
8.7	ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DATI.....	54
<b>9</b>	<b>SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE.....</b>	<b>55</b>
9.1	Obiettivi generali .....	55
9.2	Descrizione del sistema .....	56
<b>10</b>	<b>TABELLE RIEPILOGATIVE .....</b>	<b>59</b>
<b>11</b>	<b>SCHEDE DI MONITORAGGIO TIPO .....</b>	<b>62</b>
11.1	SCHEDA DI MISURA TIPO – COMPONENTE AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE.....	62
11.2	SCHEDA DI MISURA TIPO – COMPONENTE RUMORE .....	64
11.3	SCHEDA DI MISURA TIPO – COMPONENTE ATMOSFERA .....	71
11.4	SCHEDA DI MISURA TIPO – COMPONENTE PAESAGGIO .....	76

## 1 PREMESSA

La presente relazione illustra i contenuti metodologici e attuativi del Progetto di Monitoraggio Ambientale (d'ora in avanti PMA) per i "Lavori di sistemazione e di messa in sicurezza dello Svincolo Tumarrano al km 23+450 della S.S. 189 "Della Valle del Platani", ubicato in località Tumarrano, che è stato sviluppato adeguando il documento facente parte del Progetto Definitivo in ottemperanza con la condizione ambientale n. 1 del parere n. 467 del 13.04.2022 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS – Sottocommissione VIA allegato al Decreto di Assoggettabilità a VIA ex art. 19 D.Lgs. 152/2006, n. 87 del 06.06.2022, ed in coerenza con il progetto Esecutivo.

In particolare il PMA, è stato adeguato alle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i, D.Lgs163/2006 e s.m.i)"(Rev. 1 del 16/06/2014), ed altresì integrato con un piano di trasmissione e gestione degli esiti delle campagne di monitoraggio per ciascuna fase, ante opera, corso d'opera e post operam.

Dal punto di vista amministrativo il progetto interessa il territorio della Regione Sicilia ed in particolare la provincia di Agrigento per l'intero tratto, con i territori comunali di Cammarata e San Giovanni Gemini.

Il PMA è costituito dai seguenti documenti:

1. Relazione
2. Planimetria ubicazione punti di monitoraggio
3. Cronoprogramma
4. Computo metrico estimativo PMA

La normativa relativa ad ogni componente ambientale analizzata, è indicata nelle sezioni specifiche che costituiscono parte del presente documento.

## 2 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

La presente relazione ha come oggetto la descrizione dei criteri generali del Progetto di Monitoraggio Ambientale dell'intervento denominato "SS189 Itinerario Palermo Agrigento – Sistemazione e messa in sicurezza dello svincolo al Km 24 della SS 189 (San Giovanni Gemini in località Tumarrano)".

L'intervento prevede la realizzazione di uno svincolo a livelli sfalsati, in sostituzione di quello a raso oggi esistente, con innesto, da un lato sulla S.P. 26 per Cammarata e San Giovanni Gemini e dall'altro sulla S.P. 26 del Tumarrano (Valllunga Platameno), con realizzazione di un nuovo cavalcavia sulla S.S. 189 in aggiunta a quello attuale ad archi in pietra che scavalca il fiume Platani.

La configurazione e rifunzionalizzazione dello svincolo in progetto, con l'inserimento del nuovo viadotto, ha lo scopo di superare le criticità attuali che determinano una limitazione di velocità sulla S.S. 189, e garantire così la sicurezza in entrata e in uscita dalla S.S. 189 stessa.

In sintesi sono previste le seguenti opere:

- nuovo viadotto Platani 1 articolato su n.3 pile intermedie e n°2 spalle.
- sistemazione SP26 Valllunga-Mussomeli con l'inserimento: della Rotatoria 03 per il raccordo alla SS189; della Rotatoria 02 per il raccordo alla SP 26 in direzione Cammarata; del Ramo 08 raccordo con la SP26 dir. Valllunga; del Ramo 6 collegamento tra le Rotatorie 03- e 02; del Ramo 07 raccordo con la SP26 dir. Mussomeli;
- Rampe 01-02-10-11 per il raccordo della SS189 con la SP 26;
- Rotatoria 01-Ramo 03-Ramo 04-Ramo 05 per il raccordo alla SP26 in direzione Cammarata.

### 3 OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PMA

Il PMA persegue i seguenti obiettivi generali:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto ambientale individuate nello Studio Preliminare Ambientale e nel Progetto definitivo;
- correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi degli impatti sulla situazione ambientale;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali, segnalare i fenomeni inattesi e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione nella fase corso d'opera e post operam;;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- effettuare, nella fase di costruzione, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni formulate nell'ambito del procedimento di esclusione di assoggettabilità;

In sintesi, il Progetto di Monitoraggio ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni perturbative che intervengono nell'ambiente durante la costruzione dell'opera o immediatamente dopo la sua entrata in esercizio, risalendone alle cause e fornendo i parametri di input per l'attuazione dei sistemi correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni sostenibili.

Conseguentemente agli obiettivi da perseguire, il PMA, in coerenza con le citate "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i, D.Lgs163/2006 e s.m.i)"(Rev. 1 del 16/06/2014) definisce:

- le attività di monitoraggio i cui esiti dovranno essere, ove possibile, coordinati ed integrati con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali;
- lo sviluppo delle attività di controllo e monitoraggio in piena coerenza con le analisi ambientali elaborate nel Progetto definitivo, proporzionato all'importanza e all'impatto dell'opera da realizzare. Il sistema di controllo è indirizzato su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consente di valutare il reale impatto sull'ambiente sia nella fase di costruzione che nella successiva di esercizio;
- la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti;
- le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente;
- le modalità di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie;
- le metodologie di rilievo e confronto validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- i parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
- il numero, le tipologie e la distribuzione territoriale delle stazioni di misura in modo rappresentativo delle possibili entità delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato;
- la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare;
- la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti nelle analisi ambientali fatte in fase progettuale;
- la struttura preposta all'effettuazione del MA.

## 4 CRITERI METODOLOGICI DEL PMA

### 4.1 DOCUMENTAZIONE DI BASE PER LA REDAZIONE DEL PMA

La documentazione di base per la redazione del PMA è costituita essenzialmente da:

- Progetto definitivo/esecutivo
- Studio Preliminare Ambientale
- Piano di Cantierizzazione.
- Cronoprogramma dei lavori

Gli elaborati dello Studio Ambientale ed il piano di cantierizzazione, consentono di correlare sia l'ubicazione del tracciato di progetto, che le lavorazioni e gli impatti potenziali rispetto ai ricettori puntuali presenti e quindi di indirizzare correttamente l'attività di monitoraggio dell'impatto prodotto su questi.

Durante le fasi di costruzione dell'opera sono da attendersi impatti alle componenti ambientali prescelte dovuti alle lavorazioni, al trasporto e al conferimento dei materiali.

I flussi di traffico di cantiere, sulla viabilità locale sono stati notevolmente ridotti grazie ad un accurato studio delle fasi costruttive delle opere ed all'ottimizzazione del bilancio materie.

Per lo sviluppo delle attività lavorative si prevede l'allestimento di n. 1 Cantiere Operativo e di un Campo Base.

La viabilità di cantiere è stata definita nell'ambito del processo di cantierizzazione dell'opera. In particolare, sono stati individuati sia gli assi di viabilità esistenti interessati dal passaggio dei mezzi d'opera da e per il cantiere, che le piste di viabilità provvisoria necessarie per il collegamento della viabilità ordinaria con le aree di cantiere.

### 4.2 FASI DELLA REDAZIONE DEL PMA

Il criterio fondamentale del PMA è quello di legare il controllo degli effetti sulle varie componenti ambientali con i loro monitoraggi alle fasi costruttive dell'opera.

Tale scelta è dettata dalla volontà di effettuare monitoraggi puntuali e precisi ove necessari in relazione agli impatti potenziali legati alle lavorazioni e all'esercizio dell'opera.

La redazione del PMA ha previsto preliminarmente lo svolgimento delle seguenti attività

- analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente;
- identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- scelta delle componenti ambientali;
- scelta delle aree critiche da monitorare;
- definizione della struttura delle informazioni (contenuti e formato);
- stesura del Progetto di Monitoraggio Ambientale.

### 4.3 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DEL MONITORAGGIO

Le componenti ambientali da monitorare in relazione al progetto infrastrutturale, sono state individuate sulla base delle caratteristiche peculiari dell'ambiente naturale e antropico del contesto territoriale attraversato dalle opere e degli esiti dello Studio Preliminare Ambientale.

L'area di progetto, ricadente nel territorio provinciale di Agrigento tra i Comuni di San Giovanni Gemini e Cammarata, interessa, in particolare, la valle del Tumarrano in prossimità della confluenza di questo con il fiume Platani. Su quest'area verrà realizzata una delle opere di progetto più significative e determinanti sotto il profilo dell'inserimento paesaggistico.

L'intervento si colloca a ridosso dell'alveo del Platani ad una quota s.l.m. di circa 290 m e, nei punti di inserimento delle rotatorie e delle bretelle laterali interessa anche il piede dei due versanti che dall'alveo del fiume risalgono con pendenze variabili e andamento differente da una parte e dell'altra.

A livello di Pianificazione provinciale il progetto ricade:

- nella parte ad Ovest del “Paesaggio rurale estensivo del Tumarrano” (**PL11**), in cui il paesaggio agrario si presenta in prevalenza costituito da aree destinate a colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi, punteggiate da steppe di alte erbe mediterranee, praterelli aridi del Mediterraneo, qualche area di vigneto e oliveto.
- nella parte ad Est delle “Colline orientali del Monte Cammarata” (**PL10**), in cui il paesaggio agrario si presenta in prevalenza costituito da aree destinate a colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi, interrotte da colture arboree quali gli oliveti. Sono presenti alcune aree boscate costituita da querce caducifoglie.
- nella parte a Nord ovest delle “Colline di Casteltermini” (**PL19**), in cui il paesaggio agrario si presenta in prevalenza costituito da aree destinate a colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi; tale paesaggio si presenta però con una notevole frammentarietà infatti è interrotto da qualche appezzamento di oliveti soprattutto nel versante Est delle colline su cui sorge Casteltermini che degradano verso la valle del Platani e da aree di praterelli aridi del Mediterraneo nonché steppe di alte erbe mediterranee

Sull'area di progetto sussistono i vincoli seguenti:

- Fascia di rispetto corsi d'acqua, art. 142 lett. c del D. Lgs 42/2004 e s.m.i;
- Vincolo paesaggistico, art. 134 lettera c) D. Lgs 42/2004 e s.m.i.

Non direttamente connessi con le opere previste in progetto ma presenti nell'area vasta si evidenziano:

- Fascia di rispetto dei boschi ai sensi della L. R. n. 16/96 e s.m.i.
- Aree di interesse archeologico, art. 136 lettera m del D. Lgs 42/2004 e s.m.i.
- Vincoli archeologici, art. 10 D. Lgs. 42/2004 (ex 1089/39).
- Vincolo di interesse storico, archeologico ed etnoantropologico.
- Siti di Interesse Comunitario e Zone di Protezione Speciale ITA040011 “La montagnola ed acqua fitusa”.
- Nell'area vasta sono presenti aree sottoposte a vincolo idrogeologico, ai sensi del RD 3267/23 e non interessate dalle opere in progetto.

Il versante orientale del Monte Cammarata degrada fino a raggiungere la fascia di 300-400 m s.l.m in corrispondenza dell'alveo del fiume Platani che scorre costeggiando la S. S. 189 ed è delimitato ad Est dalla S.P. n. 58. Il versante montuoso è solcato dagli affluenti al fiume Platani con un reticolo piuttosto ramificato e che dà luogo a fenomeni di dissesto geomorfologico.

Per quanto riguarda le componenti Rumore e Atmosfera è stato preso in considerazione il Piano della Cantierizzazione che prevede due aree denominate Campo Base CB.01 e Campo Operativo CO.01 ubicate rispettivamente in destra e in sinistra idraulica al Fiume Platani e nelle quali installare le strutture logistiche necessarie al funzionamento del cantiere. In relazione alle specifiche caratteristiche delle aree interessate dalle opere in progetto è stata programmata la realizzazione di una rete di piste temporanee, che dovranno essere utilizzate dai mezzi d'opera durante tutta la fase di cantiere alla fine della quale saranno rimosse rinaturalizzando le relative sedi di occupazione: PT.01, PT.01a, PT.02, PT.02a, PT.03, PT.04.

Nel Piano di Cantierizzazione è prevista inoltre la demolizione di una rampa non a norma (direzione Agrigento). La fase di demolizione della rampa esistente risulta, dal punto di vista esecutivo, quella con i maggiori livelli di criticità sia per i livelli di emissione (rumore, vibrazioni, polveri) che di interferenze con le infrastrutture esistenti (SS189 e linea ferroviaria Agrigento-Palermo). In fase di esercizio l'opera in progetto, riordinando e migliorando le manovre dello svincolo esistente, non altera le condizioni attuali di impatto presso i ricettori

Per quanto riguarda il rischio archeologico si può affermare che le aree a maggiore rischio sono ubicate immediatamente a sud dello Svincolo in argomento, ma tuttavia non risultano interferenti con esso: si tratta, in particolare, di aree di frammenti fittili di epoca romano-imperiale e tardoantica indiziate da ricognizione (P.A. 08, P.A. 09 ubicate sulle due sponde del fiume Platani ( $\geq 120/240$  e  $\geq 65/130$  m dal tracciato), la cui distanza minima dalle opere è di m. 65 (PA 09).

La scelta delle componenti ambientali, coerente con il contesto territoriale sinteticamente descritto e con gli impatti potenziali conseguenti al piano di cantierizzazione e all'esercizio dell'opera, prevede:

- Ambiente idrico superficiale, considerato come componente ambientale e come risorsa;
- Atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica, nella fase di potenziale impatto del corso d'opera;
- Rumore: considerato in rapporto all'ambiente umano limitatamente nella fase di potenziale impatto del corso d'opera;
- Paesaggio: considerato rispetto alle modificazioni della morfologia, dell'aspetto percettivo, scenico e panoramico, dello skyline naturale e antropico;

Per quanto riguarda la componente Vegetazione flora e fauna non si ritiene di effettuare il monitoraggio in quanto l'interazione opera-ambiente sul sistema altamente antropizzato, da sempre alla coltivazione del grano ed inoltre, sotto l'aspetto del sottosistema agroforestale, caratterizzato da sistemi colturali complessi non presenta particolari criticità.

Anche la componente Suolo e sottosuolo non si è ritenuto di inserirla tra quelle oggetto di monitoraggio in quanto le opere in progetto non interferiscono con aree in dissesto o aree di pericolosità e rischio geomorfologico e l'impermeabilizzazione di fondo delle aree di cantiere impedisce l'infiltrazione di inquinanti nel terreno.

L'impatto che le lavorazioni hanno sulle componenti ambientali prese in considerazione, risultano variabili, proprio in funzione dei tempi delle lavorazioni, della presenza di ricettori in prossimità sia dei cantieri che delle aree operative.

La documentazione contenente i risultati delle attività di monitoraggio sarà standardizzata in modo da rendere immediatamente confrontabili le fasi di monitoraggio.

Per ciascuna componente ambientale oggetto di indagine sono nel seguito definiti i punti in cui eseguire i prelievi per le indagini.

Per ciascuna area di monitoraggio, sono state individuate le fasi più critiche della realizzazione dell'opera in cui è necessario procedere al controllo ambientale al fine di comprendere gli effetti che queste hanno sull'ambiente. Inoltre, i punti ed i monitoraggi potranno essere aggiornati in corso d'opera sulla base dell'andamento dei lavori e delle eventuali criticità che si presenteranno durante l'esecuzione dei lavori. I punti di monitoraggio saranno attivati, solo quando inizieranno le attività che si svolgono nelle aree in cui sono ubicati. Il periodo di monitoraggio sarà reso congruente con la durata effettiva delle attività insistenti sull'area.

Qualora, sulla base di considerazioni oggettive ed in accordo con gli enti di controllo, si riscontrasse nella fase di indagine ante operam la scarsa rappresentatività di alcuni dei siti di indagine preliminarmente individuati, potranno essere apportati opportuni correttivi alle successive fasi di indagine relativi sia all'ubicazione dei punti di misura sia alla tipologia di misure.

#### 4.4 MODALITÀ TEMPORALE ED ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITÀ

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale proposto con il Progetto Definitivo prevedeva solo le fasi temporali Ante operam e Corso d'Opera, limitando la fase Post Operam alla componente paesaggio in quanto gli esiti degli studi specialistici dello Studio preliminare Ambientale non avevano evidenziato significativi impatti in fase di esercizio sulle altre componenti.

Purtuttavia con il presente aggiornamento in fase di Progettazione esecutiva, al fine di allineare il PMA alle "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i, D.Lgs163/2006 e s.m.i)"(Rev. 1 del 16/06/2014)" si è esteso il Monitoraggio Ambientale alla fase Post Operam rivedendo altresì le frequenze delle misure per una maggiore rappresentatività della stagionalità delle misure medesime.

Le fasi del monitoraggio sono pertanto così articolate:

**Monitoraggio ante operam** Il monitoraggio della fase ante operam si conclude prima dell'inizio delle attività interferenti con la componente ambientale, ossia prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori ed ha come obiettivo principale quello di fornire una fotografia dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dalla realizzazione dell'opera. Per la fase ante-operam si stima una durata delle attività di campo pari a mesi sei oltre un mese per l'elaborazione dei rapporti finali.

**Monitoraggio in corso d'opera** Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione dell'opera, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Questa fase è strettamente legata all'avanzamento dei lavori, difatti ogni monitoraggio sarà strettamente correlato con le tempistiche realizzate dell'opera, al fine di monitorare le componenti laddove effettivamente possano subire modifiche legate alle lavorazioni ed all'installazione dei cantieri. La durata della fase Corso d'opera è pari alla durata delle lavorazioni di 30 mesi desunta dal cronoprogramma lavori.

**Monitoraggio Post Operam**, il cui obiettivo è quello di verificare gli obiettivi prefissi dalle opere di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate, stabilire i nuovi livelli dei parametri ambientali, verificare le ricadute ambientali positive.

#### 4.5 MODALITA' DI RESTITUZIONE, GESTIONE E COMUNICAZIONE DEI RISULTATI

In coerenza con quanto richiesto dalla condizione ambientale n. 1 vengono di seguito specificate le modalità di restituzione, gestione, pubblicazione e trasmissione degli esiti del monitoraggio ambientale nelle varie fasi.

Per ciascuna misura eseguita sarà restituita una scheda di monitoraggio in formato grafico e informatico, redatta mediante restituzione, memorizzazione e validazione dei dati di misura di tutti i parametri previsti nel PMA.

L'attività del Monitoraggio Ambientale viene scandita da step temporali specifici (campagna) per ogni componente in ciascuna fase; al termine di ogni campagna su ciascuna componente ambientale monitorata viene emesso un report di sintesi sulle attività svolte, comprensivo dei dati analitici misurati nelle attività di campo e di laboratorio.

Tale report conterrà la descrizione della matrice ambientale, la metodologia utilizzata per le misurazioni eseguite sia in campo che in laboratorio, la strumentazione impiegata e le relative certificazioni di taratura/calibrazione, il rapporto di prova di laboratorio, un commento di valutazione sulle misurazioni eseguite nonché considerazioni su eventuali azioni correttive aggiuntive in relazione ad eventuali criticità riscontrate.

Inoltre, con riferimento a ciascuna componente ambientale, sarà restituito un rapporto conclusivo di fine fase; esso analizza e interpreta le singole componenti sulla base dei dati acquisiti nel periodo precedente all'emissione del rapporto stesso e ha carattere conclusivo per la fase di monitoraggio a cui si riferisce (ante, corso, post). Inoltre il rapporto di fine fase caratterizza lo stato delle singole componenti tenendo conto dei dati acquisiti nelle fasi di monitoraggio precedenti, fornendo le seguenti informazioni:

- introduzione (componente, fase di monitoraggio, periodo di riferimento, finalità);
- area di studio (descrizione) ;
- riferimenti normativi / standard di qualità;
- protocollo di monitoraggio (obiettivi, stazioni, metodi, strumentazione, programma delle attività eseguite) ;
- risultati e analisi (risultati, analisi ed interpretazione conclusive);
- analisi delle criticità (criticità in atto, superamenti soglie norme / standard di qualità);

#### RELAZIONE MONITORAGGIO AMBIENTALE

9

RTI di  
progettazione:

Mandataria



Mandanti



ING.ANDREA  
MILANO

- quadro interpretativo della componente (considerazioni e valutazioni conclusive sullo stato della componente per il periodo di riferimento);
- previsione interazioni componente - progetto (considerazioni conclusive per il periodo di riferimento, criticità, eventuali azioni correttive aggiuntive);
- indirizzo per le fasi/periodi di monitoraggio successivi.

Nei report periodici si terrà conto che il presente PMA definisce per alcune componenti ambientali (Componenti Ambiente Idrico Superficiale, Atmosfera e Rumore) le soglie di attenzione o di intervento.

Il superamento di tali soglie da parte di uno o più dei parametri monitorati implica una situazione critica per lo stato dell'ambiente e determina l'attivazione di apposite procedure finalizzate a ricondurre gli stessi parametri a valori accettabili.

Le schede di monitoraggio e i report periodici e di fine fase saranno pubblicati su apposito SIT (portale web) con la finalità di garantire l'accesso, la ricerca, la consultazione dei dati di monitoraggio; l'utilizzo dovrà risultare semplice anche per utenti non esperti.

Si rimanda al paragrafo 9 per i dettagli sulle caratteristiche previste per il SIT.

Per garantire la condivisione delle informazioni, la documentazione relativa ai report periodici e fine fase del monitoraggio ambientale sarà trasmessa all'ARPA Sicilia.

## 5 AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

### 5.1 PREMESSA E SCOPO DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente ha come obiettivo quello di individuare le eventuali variazioni che la realizzazione dell'opera potrebbe apportare alle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio interessato dall'opera.

La finalità principale del monitoraggio delle acque superficiali è quella di individuare le eventuali variazioni sullo stato qualitativo delle acque che le lavorazioni possono indurre al fine di intraprendere le opportune contromisure.

Il monitoraggio si articolerà in tre fasi:

- Monitoraggio *ante operam* (AO) che ha lo scopo di fornire una descrizione dello stato della risorsa prima dell'intervento;
- Monitoraggio in corso d'opera (CO), il cui obiettivo è di osservare lo stato della componente, durante lo svolgimento delle attività lavorative, rilevarne eventuali modificazioni e verificare che queste non superino le soglie fissate dalla normativa vigente.
- Monitoraggio *post operam* (PO) che ha lo scopo di verificare che lo stato della componente al termine dei lavori.

Il monitoraggio del sistema idrico superficiale, dunque, si occuperà di valutare le potenziali modifiche indotte dalle attività di costruzione in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua interessati.

Le operazioni di monitoraggio prevedranno una parte di misure in situ e una parte di analisi di laboratorio mirate a identificare le caratteristiche chimico-fisico dell'acqua prelevata, come sarà meglio dettagliato nel seguito.

Le indagini lungo i corsi d'acqua prevedono due punti di misura, uno a monte ed uno a valle dell'opera di attraversamento in viadotto da realizzare sul F. Belice, in modo da identificare più facilmente l'eventuale alterazione dovuta alle lavorazioni. Gli obiettivi perseguiti saranno:

- definire lo stato di salute della risorsa prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera;
- proporre opportune misure di salvaguardia o di mitigazione degli effetti del complesso delle attività sulla componente ambientale e testimoniare l'efficacia o meno;
- fornire le informazioni necessarie alla costruzione di una banca dati utile ai fini dello svolgimento delle attività di monitoraggio degli Enti preposti in quella porzione di territorio

### 5.2 RIFERIMENTI NORMATIVI E SCIENTIFICI

Di seguito vengono elencati i principali riferimenti normativi che sono stati considerati per la redazione del presente Progetto di Monitoraggio Ambientale, nonché alcuni articoli tecnici di settore inerenti all'argomento.

Leggi di tutela ambientale generale:

- Direttiva 2000/60/CE;

Riferimenti Legislativi e/o Normativi Nazionali

- Decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31: Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano;
- Decreto del Presidente della Repubblica 15 febbraio 2006: Norme di attuazione del Piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche;
- D. LGS. 03.04.2006 n. 152: "Norme in materia ambientale" così come modificato dal D.Lgs. 4 del 16.01.2008" e s.m.i.
- Decreto 16 giugno 2008, n.131: Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto;

- Decreto ministeriale 14 aprile 2009, n. 56 “Regolamento recante i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l’identificazione delle condizioni di riferimento”
- D.Lgs 16 marzo 2009, n. 30: “Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dal deterioramento”.
- Decreto 17 luglio 2009: Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque
- D.Lgs 10 dicembre 2010, n.219: Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque
- Decreto 8 novembre 2010, n.260: Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo
- D.Lgs 13 ottobre 2015, n.172: Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque
- Piano delle Acque Superficiali

#### Analisi di laboratorio delle acque, parametri descrittivi:

- Deliberazione Comitato Interministeriale 4 febbraio 1977 "Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici e per la formazione del catasto degli scarichi";
- DPR 236 del 1988 e successive modifiche ed integrazioni sulla Qualità delle acque destinate al consumo umano contenente in allegato 1 "Requisiti di qualità – elenco parametri", ed in allegato 2 "metodi analitici di riferimento" (il d.Lgs. 152/06 ha abrogato gli articoli 4, 5, 6 e 7).

#### Standard per gli accertamenti:

- UNI EN 25667-1 Guida alla definizione di programmi di campionamento;
- UNI EN 2566-7 Guida alle tecniche di campionamento;
- ISO 5667-3:1994 Guidance on the preservation and handling of samples;
- ISO 5667-14:1998 Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling;
- ISO 4363:1993 Measurement of liquid flow in open channels - Method for measurement of suspended sediments;
- ISO/DIS 5667-17 Guidance on sampling of suspended sediments;
- ISO/TR 1353011997 Guide to analytical quality control for water analysis;
- ISO 9001 “Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti”;
- UNI EN ISO 10005:1996 “Linee guida per fornitori e committenti per la preparazione, il riesame, l'accettazione, e la revisione di piani di qualità”;
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 “Requisiti generali per la competenza di laboratori di prova e taratura”.
- Manuale e linee guida ISPRA 111/2014 “Metodi biologici per le acque superficiali interne”

### 5.3 MODALITÀ DEL MONITORAGGIO

#### 5.3.1 Articolazione temporale del monitoraggio

Le misure saranno effettuate in tre fasi distinte: *ante operam*, *in corso d'opera* e *post operam*.

Il Monitoraggio *ante operam* (AO) dell'Ambiente Idrico Superficiale ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua in condizioni indipendenti dalla realizzazione dell'opera, ed ha anche lo scopo di definire gli interventi possibili utili a ripristinare le condizioni originarie, nel caso dovessero verificarsi mutamenti delle stesse in corso d'opera, mirando a soluzioni compatibili con

l'ambiente idrico specifico.

Le misure relative alla fase ante operam saranno effettuate **con frequenza trimestrale in un periodo di 6 mesi precedenti l'inizio dei lavori.**

Le analisi in questa fase andranno effettuate per ogni corpo idrico sia a monte che a valle della futura opera; i risultati saranno considerati come valori di riferimento per lo stato di qualità dei corpi idrici superficiali e per le analisi nelle fasi successive.

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

A valle del rilevamento e della segnalazione di scostamenti rispetto ai caratteri preesistenti, il monitoraggio in CO dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e misurare lo scostamento e confrontarlo con i limiti di ammissibilità, e di indagine, per individuarne le cause.

Una volta stabilite queste si potrà dare corso alle contromisure predisposte al momento nel caso di eventi assolutamente imprevisti connessi con le lavorazioni interferenti con il reticolo idrografico, che principalmente consistono nella realizzazione del viadotto sul F. Platani (realizzazione delle fondazioni, delle spalle, delle pile e delle sistemazioni dell'alveo).

Il monitoraggio in *corso d'opera* avrà una durata pari al tempo effettivo di realizzazione delle opere che interferiscono con lo specifico corso d'acqua. La frequenza di monitoraggio sarà **trimestrale.**

Le indagini condotte in *post operam* avranno il principale scopo di accertare che una volta ultimati i lavori si instaurino condizioni analoghe a quelle definite in *ante operam*. Le misure relative alla fase post operam saranno effettuate **con frequenza trimestrale per la durata di un anno a partire dal termine dei lavori.**

Le frequenze ed il numero complessivo dei rilievi, saranno oggetto di revisione nel caso in cui si verificassero variazioni sostanziali alla pianificazione dei lavori, in termini di tempi o tipologia di lavorazioni.

Fase	Frequenza
A.O.	PARAMETRI CHIMICO-FISICI IN SITU E IN LABORATORIO • 2 volte - prima dell'avvio dei lavori con frequenza trimestrale PARAMETRI BIOLOGICI- MACROBENTOS • 2 volte - prima dell'avvio dei lavori con frequenza trimestrale
C.O.	PARAMETRI CHIMICO-FISICI IN SITU E IN LABORATORIO • Trimestrale per tutta la durata effettiva dei lavori interferenti con il corso d'acqua PARAMETRI BIOLOGICI- MACROBENTOS • Trimestrale per tutta la durata effettiva dei lavori interferenti con il corso d'acqua
P.O.	PARAMETRI CHIMICO-FISICI IN SITU E IN LABORATORIO • Trimestrale per un anno dopo la fine dei lavori PARAMETRI BIOLOGICI- MACROBENTOS • Trimestrale per un anno dopo la fine dei lavori

### Fasi e frequenze di monitoraggio – Acque superficiali

#### 5.3.2 Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio

Per la scelta dei punti di monitoraggio, è stata valutata l'interferenza delle opere stradali in progetto con il reticolo idrografico.

I criteri adottati per l'individuazione dei siti da sottoporre a monitoraggio sono basati sulla considerazione dei seguenti fattori:

- dimensioni e tipologia delle opere che interessano sia il corso d'acqua che le aree appartenenti allo stesso bacino;
- importanza del corpo idrico interessato: sono state considerate le dimensioni della sezione, le caratteristiche idrologico - idrauliche, la presenza di vincoli ambientali.

I siti individuati con i criteri sopra esposti saranno tenuti sotto controllo attraverso il rilevamento di parametri quali - quantitativi. Le campagne di misura saranno programmate nell'arco delle diverse fasi temporali relative alla realizzazione dell'opera.

### 5.3.3 Ubicazione dei punti di monitoraggio

Sulla base di quanto esposto e in base all'analisi dei dati precedenti sono stati individuati i punti in corrispondenza dei quali effettuare le misurazioni.

I punti di monitoraggio sono ubicati nei seguenti corsi d'acqua:

**Tabella 1 – Ubicazione punti di monitoraggio - Acque superficiali**

CODICE PUNTO		COORDINATE		OPERA DI RIFERIMENTO [UBICAZIONE]	FASE		
					AO	CO	PO
ISU 01	Monte	37°37'33.15"N	13°41'27.34"E	A monte dell'intervento (altezza del centro commerciale)	SI	SI	NO
ISU 02	Valle	37°37'7.27"N	13°41'8.96"E	A valle dell'intervento (verso Agrigento)	SI	SI	NO

### 5.3.4 Parametri oggetto di monitoraggio

Per l'identificazione dei parametri da sottoporre alle attività di monitoraggio, sono state fatte alcune considerazioni:

- definire in maniera esaustiva lo stato chimico-fisico dei corpi idrici;
- valutare con precisione le eventuali alterazioni dovute alle attività di cantiere;
- inserire il maggior numero di parametri secondo un criterio di cautela che permetta di fronteggiare i possibili impatti ambientali derivanti da attività di cantiere.

I parametri indicati nel presente piano di monitoraggio, fanno riferimento a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 sono i seguenti:

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	
T acqua	°C	PARAMETRI IN SITU
Ossigeno disciolto	mg/l	
Ossigeno disciolto	% saturazione	
Conducibilità a 20°C	µS/cm	
pH	-	
Potenziale redox	mV	
Solidi sospesi totali	mg/l	PARAMETRI DI LABORATORIO
Alcalinità	mg/l Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	
Durezza totale	mg/l CaCO <sub>3</sub>	
Azoto totale	N mg/l	
Azoto ammoniacale	N mg/l	
Azoto nitrico	N mg/l	

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	
Azoto nitroso	N mg/l	
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> mg/l	
COD	O <sub>2</sub> mg/l	
Fosforo totale	P mg/l	
Cloruri	Cl <sup>-</sup> mg/l	
Solfati	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	
Arsenico	As µg/l	
Cadmio	µg/l	
Cromo totale	µg/l	
Cromo VI	µg/l	
Mercurio	µg/l	
Nichel	µg/l	
Piombo	µg/l	
Rame	µg/l	
Zinco	µg/l	
Alluminio disciolto	µg/l	
Ferro disciolto	µg/l	
Idrocarburi totali	µg/l	
Tensioattivi non-ionici	mg/l	
Tensioattivi anionici	mg/l	
Analisi comunità macrobentonica	STAR-ICMi	PARAMETRI BIOLOGICI
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 ml	

Non si prevede l'uso di pesticidi, solventi e altre sostanze elencate nelle tabelle 1A e 1B del DM 260/210 e pertanto non si prevedono altri parametri da monitorare oltre quelli specificati nella tabella precedente.

### 5.3.5 Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio

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

Dovranno essere riempiti i seguenti contenitori:

- 1 bottiglia da 0,5 litri ed una da 1 litro per le analisi batteriologiche,
- 1 bottiglia di vetro da 2 litri per analisi chimico-fisiche,
- 1 bottiglia di vetro da 2 litri per analisi degli idrocarburi totali,
- 1 bottiglia di plastica da 1 litro per analisi dei metalli.
- In fase di progettazione esecutiva andranno redatte le schede identificative del punto di misura con le informazioni dettagliate per la raccolta del campione e del piano di indagine.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al

laboratorio di analisi.

In occasione del campionamento verranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive. Le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

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

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

### 5.3.6 Metodologie di esecuzione delle analisi

#### Analisi chimico fisiche

Nella tabella sottostante sono indicate le metodologie di analisi utilizzate per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico nell'ambito dei monitoraggi delle acque superficiali.

Parametro	Metodo	Unità di misura
pH	APAT CNR IRSA 2060 A Man 29 2003	
Durezza totale	APAT CNR IRSA 2040 A Man 29 2003	mg/l CaCO <sup>3</sup>
Materiali in Sospensione	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/l
Conducibilità (µScm <sup>-1</sup> a 20°C) acqua non aggressiva	APAT CNR IRSA 2030 B Man 29 2003	µScm <sup>-1</sup>
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 B Man 29 2003	°C
Ossigeno disciolto	APAT CNR IRSA 4120 B Man 29 2003	% e mg/l
Potenziale redox	APHA 2580 B/05	mV
Azoto totale	APAT CNR IRSA 4060 Man 29 2003	N mg/l
Azoto ammoniacale	APAT CNR IRSA 4030 B Man 29 2003	Nmg/l
Azoto nitroso	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Nmg/l
Azoto nitrico	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	N mg/l
BOD <sub>5</sub>	APAT CNR IRSA 5120 A Man 29 2003	O <sub>2</sub> mg/l
COD	ISO 15705:2002	O <sub>2</sub> mg/l
Fosforo totale	EPA 200.7_1994	P mg/l
Cloruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Cl <sup>-</sup> mg/l
Solfati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l
Alcalinità	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003	mq/l Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Arsenico	EPA6020 A 2007	As µg/l
Cadmio	EPA6020 A 2007	µg/l
Cromo totale	EPA6020 A 2007	µg/l
Cromo VI	EPA 7199 1996	µg/l

Parametro	Metodo	Unità di misura
Mercurio	EPA6020 A 2007	µg/l
Nichel	EPA6020 A 2007	µg/l
Piombo	EPA6020 A 2007	µg/l
Rame	EPA6020 A 2007	µg/l
Zinco	EPA6020 A 2007	µg/l
Alluminio disciolto	EPA6020 A 2007	µg/L
Ferro disciolto	EPA6020 A 2007	mg/l
Idrocarburi totali	EPA 5021 A 2003 + EPA 8015 D 2003, UNI 9377-2 2002	µg/l
Tensioattivi anionici	APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003	mg/l
Tensioattivi non ionici	UNI 10511 1996	mg/l

**Metodologie di analisi chimico fisiche– Acque superficiali**

**Analisi batteriologiche e biologiche**

Per le analisi batteriologiche e biologiche si deve invece fare riferimento a quanto di seguito indicato.

Parametro	Metodo	Unità di misura
Escherichia coli	APAT CNR IRSA 7030 F Man 29 2003	UFC/100 ml
STAR-ICMi	Manuale ISPRA 111/2014 sez 2010	

**Metodologie di analisi batteriologiche/biologiche – Acque superficiali**

L'analisi prescelta biologica dello STAR-ICMi si ritiene idonea in relazione alle caratteristiche morfologiche ed idrauliche dei corsi d'acqua interferiti.

**Metodi di campionamento comunità macrobentonica STAR-ICMi**

Il tipo di utilizzato per l'analisi biologica delle comunità macrobentoniche è di tipo quantitativo, il cui strumento previsto come da norma UNI EN 28265 è la rete Surber.

La reter Surber aperta da un solo lato, è fornita di pareti laterali metalliche in lega di alluminio, la cui parte terminale è dotata di una rete a cono con un bicchiere di raccolta.

Il campionamento avviene dal punto più a valle dell'area oggetto d'indagine proseguendo verso monte, in modo da non disturbare gli habitat prima del campionamento. La rete di Surber deve essere posizionata in acqua in posizione verticale controcorrente e adagiata a stretto contatto con il substrato, in modo da aderire al fondo così da raccogliere gli organismi all'interno della rete.

Il periodo del campionamento deve corrispondere al momento in cui il corpo idrico passa da uno stato di morbida ad uno di magra, quando così la comunità dei macroinvertebrati è stabile.

L'indice STRA-ICMi, è un indice multimetrico per il cui calcolo vengono combinate sei metriche, riportate nella figura seguente, riconducibili alle categorie generali di tolleranza, abbondanza/habitat e diversità/ricchezza. Queste metriche sono definite "Intercalibration Common Metrics, ICMs.



Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10} (\text{Sel\_EPTD} + 1)$	$\text{Log}_{10}$ (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeroidea, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = - \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083

### 5.3.7 Svolgimento del monitoraggio

#### 5.3.7.1 Monitoraggio stato ante operam (AO)

Durata complessiva della fase: 6 mesi

ANTE OPERAM					
CODICE PUNTO		COORDINATE		OPERA DI RIFERIMENTO [UBICAZIONE]	FREQ. TRIM
ISU 01	Monte	37°37'33.15"N	13°41'27.34"E	A monte dell'intervento (altezza del centro commerciale)	2
ISU 02	Valle	37°37'7.27"N	13°41'8.96"E	A valle dell'intervento (verso Agrigento)	2
<b>TOTALE</b>					<b>4</b>

#### 5.3.7.2 Monitoraggio in fase di realizzazione dell'opera (corso d'opera – CO)

Durata complessiva della fase: per tutta la durata dei lavori (30 mesi)

CORSO D'OPERA					
CODICE PUNTO		COORDINATE		OPERA DI RIFERIMENTO [UBICAZIONE]	FREQ. TRIM
ISU 01	Monte	37°37'33.15"N	13°41'27.34"E	A monte dell'intervento (altezza del centro commerciale)	10
ISU 02	Valle	37°37'7.27"N	13°41'8.96"E	A valle dell'intervento (verso Agrigento)	10
<b>TOTALE</b>					<b>20</b>

#### 5.3.7.3 Monitoraggio stato post operam (PO)

Durata complessiva della fase: 12 mesi

### RELAZIONE MONITORAGGIO AMBIENTALE

18

RTI di  
progettazione:

Mandataria



Mandanti



ING. ANDREA  
MILANO

POST OPERAM					
CODICE PUNTO		COORDINATE		OPERA DI RIFERIMENTO [UBICAZIONE]	FREQ. TRIM
ISU 01	Monte	37°37'33.15"N	13°41'27.34"E	A monte dell'intervento (altezza del centro commerciale)	4
ISU 02	Valle	37°37'7.27"N	13°41'8.96"E	A valle dell'intervento (verso Agrigento)	4
<b>TOTALE</b>					<b>8</b>

### 5.3.8 Modalità di gestione delle varianze

Per le componenti Ambiente Idrico Superficiale, i livelli di riferimento da adottare come soglie di "intervento", per i diversi parametri monitorati, coincidono con i valori dettati dalla legislazione ambientale in vigore.

Inoltre, tenuto conto che ai fini della valutazione del rischio ambientale vale il principio di "non scadimento" dello Stato Ambientale, si considererà come soglia di "attenzione" il valore dell'indice/parametro Star-Icmi misurato in AO.

Si precisa che per la componente Ambiente Idrico Superficiale il valore AO da considerare sarà quello della stazione di monte e, considerando le classi di stato ecologico, sarà considerato superamento della soglia di "attenzione" il passaggio ad una classe di stato ecologico peggiore rispetto a quella determinata in AO.

Tale passaggio eventualmente riconducibile per quota rilevante alle attività di cantiere, determina la necessità di individuare le cause di inquinamento e di mettere in atto tempestive azioni di contenimento.

### 5.3.9 Schede monitoraggio e rapporti periodici

In coerenza con quanto richiesto dalla condizione ambientale n. 1 vengono di seguito specificate le modalità di restituzione degli esiti del monitoraggio ambientale nelle varie fasi.

In particolare, per la componente ambientale atmosfera verrà redatta la seguente documentazione:

#### Monitoraggio ante operam

- Schede di monitoraggio in formato grafico e informatico, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati mediante restituzione, memorizzazione e validazione dei dati di misura di tutti i parametri previsti nel PMA
- Relazione di fine fase, nell'ambito della quale saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato iniziale delle diverse componenti ambientali prima dell'avvio delle attività di cantiere

#### Monitoraggio in corso d'opera

- Schede di monitoraggio in formato grafico e informatico, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati mediante restituzione, memorizzazione e validazione dei dati di misura di tutti i parametri previsti nel PMA
- Restituzione di rapporti periodici **trimestrali** relativi a ciascuna campagna nelle quali saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per le diverse componenti ambientali durante le attività di cantiere ed altresì sarà riportato il confronto tra le misure rilevate ed i valori di norma e, di conseguenza, verranno evidenziati gli eventuali superamenti dei limiti normativi e/o di attenzione dei parametri rilevati e le misure correttive che si fosse reso necessario porre in essere.
- Relazione di fine fase, nell'ambito della quale saranno illustrati i riferimenti normativi, i risultati ed

analisi delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato iniziale delle diverse componenti ambientali prima dell'avvio delle attività di cantiere.

### **Monitoraggio post operam**

- Schede di monitoraggio in formato grafico e informatico, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati mediante restituzione, memorizzazione e validazione dei dati di misura di tutti i parametri previsti nel PMA
- Restituzione di rapporti periodici **trimestrali** relativi a ciascuna campagna nelle quali saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per le diverse componenti ambientali durante le attività di cantiere ed altresì sarà riportato il confronto tra le misure rilevate ed i valori di norma e, di conseguenza, verranno evidenziati gli eventuali superamenti dei limiti normativi e/o di attenzione dei parametri rilevati e le misure correttive che si fosse reso necessario porre in essere.
- Relazione di fine fase, nell'ambito della quale saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato delle diverse componenti ambientali al termine dei lavori.

## 6 ATMOSFERA

### 6.1 PREMESSA E SCOPO DEL MONITORAGGIO

Le finalità degli accertamenti previsti per questi ambiti d'indagine sono rivolte essenzialmente alla determinazione delle concentrazioni delle polveri sospese generate dalle lavorazioni, dalla movimentazione dei mezzi di cantiere e dal traffico veicolare sulla nuova infrastruttura; contestualmente saranno acquisiti i principali parametri meteorologici. Le misure sono orientate ai ricettori residenziali presenti nel territorio circostante la realizzazione dell'opera.

In particolare i rilievi riguarderanno le concentrazioni degli inquinanti atmosferici rilevanti i cui valori limite sono definiti in: D.M. 155/2010, D. Lgs 152/2006, D.M. n. 60 del 02/04/2002, nel D.M. 25/11/1994, nel D. Lgs. n. 183 del 21/05/2004 e nel D.M. 16/05/1996, che costituiscono il riferimento normativo per caratterizzare lo stato della qualità dell'aria.

Le risultanze del monitoraggio permetteranno di verificare:

- l'incremento del livello di concentrazioni di polveri indotto in fase di realizzazione dell'opera,
- l'eventuale incremento di inquinanti in funzione delle lavorazioni effettuate nei cantieri, delle eventuali modificazioni al *regime* del traffico indotto dalla cantierizzazione.

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

Lo Studio di Impatto Ambientale nei riguardi della cantierizzazione pone attenzione agli impatti delle lavorazioni sulla componente atmosfera, soprattutto per quel che riguarda le polveri; infatti si prevedono tutta una serie di misure di abbattimento delle polveri quali: recinzioni con teli antipolvere delle aree di cantiere fissi e mobili, questi ultimo prossimi a ricettori, bagnatura dei piazzali, delle piste di cantiere e della viabilità interessata dai mezzi di cantiere, bagnature delle ruote dei mezzi in uscita dai cantieri, teli antipolvere sui mezzi pesanti che trasportano materiali sciolti, ove possibile pavimentazione delle piste di cantiere.

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

In planimetria, relativamente alla componente atmosfera, si riportano i punti di monitoraggio per le fasi *ante operam*, in *corso d'opera* e *post operam*

### 6.2 RIFERIMENTI NORMATIVI E SCIENTIFICI

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria e monitoraggio degli inquinanti dell'aria, si basa sui seguenti documenti legislativi:

D.P.R. 203 del 24-5-1988

"Attuazione delle direttive CEE 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 dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 183 del 16-4-1987".

In questo decreto sono riportate modifiche, integrazioni e sostituzioni a quelle specifiche già dettate con il D.P.C.M. 28/3/83, introducendo il concetto di valori guida di qualità dell'aria oltre che a modificare i valori limite del biossido di azoto e del biossido di zolfo.

D. Lgs. n. 152 del 03-04-06

"Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera - Parte quinta"

Riassume nei suoi tre titoli tre importanti filoni normativi. Il titolo I tratta infatti la prevenzione e la limitazione delle emissioni in atmosfera di impianti e attività, il titolo II detta norme in materia di impianti termici civili e infine il titolo III riassume la disciplina dei combustibili.

D.Lgs. n.155 del 13.08.10

"Attuazione della Direttiva 2008/50/CE", relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più

pulita in Europa. Il Decreto ed i suoi allegati riportano tutte le norme tecniche ed i valori limite di attenzione e di allarme per le attività inerenti il controllo della qualità dell'aria". Costituisce il principale riferimento normativo per la redazione del presente PMA.

### 6.3 MODALITÀ DEL MONITORAGGIO

#### 6.3.1 Articolazione temporale del monitoraggio

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale per la componente "Atmosfera" interessa le seguenti fasi di vita del progetto:

- *ante operam*, per la determinazione dello "stato di fatto" prima dell'avvio dei lavori di costruzione dell'infrastruttura;
- *in corso d'opera*, per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante le attività di esercizio dei cantieri;
- *post operam*, per la verifica del ripristino delle condizioni della componente al confronto con lo stato iniziale prima dell'inizio dei lavori.

#### 6.3.2 Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio

I punti di misura sono stati localizzati in modo da monitorare le principali cause di inquinamento, riassumibili nelle seguenti:

- lavorazioni in prossimità dei cantieri;
- traffico dei mezzi di cantiere;
- lavorazioni effettuate sul fronte avanzamento lavori.

L'individuazione delle aree d'indagine è stata effettuata sulla base dei risultati degli elaborati del Progetto Esecutivo e della Cantierizzazione, attraverso la caratterizzazione degli ambiti territoriali prossimi ai cantieri ed al tracciato stradale.

Nella scelta delle aree oggetto dell'indagine si è fatto riferimento ai diversi livelli di criticità dei singoli parametri che influenzano la diffusione degli inquinanti e la deposizione delle polveri, con particolare riferimento a:

- ricettori e distanza dall'infrastruttura stradale, tipologia e localizzazione dei ricettori;
- morfologia del territorio interessato.

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

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

- operazioni di scavo delle aree di cantiere;
- formazione dei piazzali e della viabilità di servizio ai cantieri;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere;
- attività dei mezzi d'opera nelle aree di stoccaggio;
- attività di demolizione della rampa in viadotto esistente.

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

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

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

Il posizionamento dei punti di misura risponde all'esigenza di verificare l'efficacia di misure di mitigazione adottate nella fase corso d'opera nei riguardi delle principali fonti di impatto potenziale, costituite dalle lavorazioni e dalla viabilità di cantiere, nonché verificare lo stato della componente presso i ricettori più prossimi alla nuova arteria stradale in condizioni di esercizio.

Per reperire informazioni inerenti i ricettori interessati da alterazioni della qualità dell'aria dovute alla costruzione ed all'esercizio dell'opera e per identificare le abitazioni più rappresentative, è stato utilizzato, il censimento dei ricettori acustici dello studio acustico.

### 6.3.3 Ubicazione dei punti di monitoraggio

La localizzazione dei punti d'indagine è stata effettuata in conformità ai criteri descritti.

Il piano di monitoraggio della qualità dell'aria prevede sia temporalmente che spazialmente opportune indicazioni in base alla disposizione dei ricettori (desunti dal censimento ricettori) ritenuti maggiormente significativi rispetto al tracciato e alle aree di lavorazione.

Denominazione punto di monitoraggio	Coordinate	Posizione	Fasi di monitoraggio	Durata lavorazioni (mesi)
ATM 01	37°37'16.65"N 13°41'9.01"E	Ricettore 13/ Demolizione rampa esistente, ramo 4, nuovo viadotto	AO, CO, PO	30
ATM 02	37°37'29.67"N 13°41'10.46"E	Ricettore 21/ viabilità di cantiere, campo operativo CO.01	AO, CO, PO	30
ATM 03	37°37'36.73"N 13°41'35.23"E	Ricettore 1/ viabilità di cantiere	AO, CO, PO	30

Tabella Ubicazione punti di monitoraggio

### 6.3.4 Parametri oggetto di monitoraggio

I parametri oggetto di monitoraggio saranno

Inquinanti gassosi	Inquinanti particolati	Parametri meteo
CO	PM <sub>10</sub>	Temperatura e Pressione
NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	PM <sub>2,5</sub>	Umidità relativa
O <sub>3</sub>	IPA(Benzo(a)pirene) su PM10	Pioggia Caduta
SO <sub>2</sub>		Direzione del Vento
Benzene/Toluene/Xileni BTX		Velocità del vento

#### INQUINANTI GASSOSI:

##### **Monossido di carbonio CO**

L'inquinante ambientale CO rientra nella categoria degli "inquinanti primari". Gli inquinanti

primari, vale a dire quelli che le attività antropiche contribuiscono direttamente ad immettere nell'ambiente in cui viviamo, sono presenti nelle immissioni ed intervengono direttamente sulla salute umana; una delle sorgenti principali è il traffico veicolare e la sua concentrazione è variabile nell'arco della giornata, con picchi la mattina e la sera corrispondenti alle ore di punta. Il monossido di carbonio è uno di quegli inquinanti su cui porre maggiore attenzione per diversi motivi:

- è un inquinante per il quale sono definiti dalla legislazione italiana i livelli di attenzione e di allarme,
- i livelli di concentrazione di tale inquinante, misurati in atmosfera, sono spesso elevati con numerosi superamenti del livello di attenzione,
- non è condizionato da una forte stagionalità, per cui ha concentrazioni analizzabili nell'arco dell'intero anno.

Il monossido di carbonio è un composto inodore, incolore e insapore; è gassoso a temperature superiori a  $-192^{\circ}\text{C}$  e non è apprezzabilmente solubile in acqua.

La sua formazione può avvenire secondo tre processi:

- I processo - combustione incompleta di carbonio o di composti contenenti carbonio;
- II processo - reazione ad elevata temperatura tra  $\text{CO}_2$  e composti contenenti carbonio;
- III processo - dissociazione ad elevate temperature di  $\text{CO}_2$  in  $\text{CO}$  ed  $\text{O}$ .

Si può, quindi, affermare che l'inquinamento di ossidi di carbonio è un inquinamento tipicamente urbano, e che la sua concentrazione nell'aria è determinata soprattutto dal grado di emissione dei gas nell'atmosfera delle autovetture, dal grado di rimozione del terreno, e come per ogni inquinante atmosferico, dal grado di dispersione nell'atmosfera.

L'effetto tossico del  $\text{CO}$  sul corpo umano consiste nella riduzione della capacità del sangue di trasportare ossigeno, non consentendo la corretta ossigenazione dei tessuti cellulari. Quindi, l'inalazione di aria ad alta concentrazione di  $\text{CO}$  impedisce all'uomo le sue normali funzioni respiratorie.

### **Ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ )**

Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine  $\text{NO}_x$  che sta ad indicare la somma pesata del monossido ( $\text{NO}$ ) e del biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ). Nel calcolo dei limiti previsti dal D.Lgs n.155 del 13/08/2010 si prende in considerazione solo il valore massimo delle medie orarie del biossido di azoto  $\text{NO}_2$ .

### **Monossido di azoto ( $\text{NO}$ )**

L' $\text{NO}$ , anche ossido nitrico, è un gas incolore, insapore ed inodore, prodotto in parte nel corso dei processi di combustione ad alta temperatura assieme al biossido di azoto, per reazione diretta tra azoto ed ossigeno dell'aria, ed in parte da emissioni naturali come eruzioni vulcaniche, incendi, fulmini ed emissioni dal suolo dovute a processi biologici. Viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono producendo biossido di azoto. La tossicità del monossido di azoto è limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece notevole.

Le principali emissioni antropogeniche di  $\text{NO}$  sono dovute ad attività civili ed industriali che comportano processi di combustione, come nei trasporti (veicoli con motore diesel, benzina, GPL) e nella produzione di calore ed elettricità.

### **Biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ )**

Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente e con grande potere irritante; ossidante, molto reattivo e quindi altamente corrosivo, esiste nelle due forme  $\text{N}_2\text{O}_4$  (forma dimera) e  $\text{NO}_2$  che si forma per dissociazione delle molecole dimere.

Il colore rossastro dei fumi è dato dalla presenza della forma  $\text{NO}_2$  (che è quella prevalente). Il colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto al biossido di azoto. Rappresenta un inquinante primario, ma a differenza del  $\text{CO}$ , ha sia carattere di inquinante primario che di inquinante secondario, dato che deriva soprattutto dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto. La formazione dell' $\text{NO}_2$  giunge dalla reazione di due gas ( $\text{N}_2$  e  $\text{O}_2$ ), comunemente presenti nell'aria, nelle percentuali di circa 80% e 20% rispettivamente. I due gas reagiscono solo ad elevate temperature ( $1210^{\circ}\text{C}$ ) formando monossido di azoto, il quale ossidandosi a sua volta forma biossido di azoto. La produzione di  $\text{NO}_2$ , aumentando col diminuire della temperatura, avviene durante il raffreddamento. Essa inoltre, è

direttamente proporzionale alla concentrazione di NO.

L'NO<sub>2</sub> è circa quattro volte più tossico del NO. È un irritante delle vie respiratorie e degli occhi; è in grado di combinarsi con l'emoglobina modificandone le proprietà chimiche e fisiologiche con formazione di metaemoglobina, che non è più in grado di trasportare ossigeno ai tessuti. Nell'ambiente reagisce rapidamente con H<sub>2</sub>O e contribuisce alla formazione di piogge acide. I suoi livelli in atmosfera sono variabili con picchi orari in relazione al traffico e il maggiore pericolo derivante dalla sua presenza in atmosfera risiede nel suo coinvolgimento nella formazione degli ossidanti fotochimici come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitriti, i perossiacetilnitriti, i più pericolosi componenti dello smog.

### **Ozono (O<sub>3</sub>)**

L'ozono rientra nella categoria degli "inquinanti secondari", perché non viene immesso nell'atmosfera tal quale, ma si forma per ossidazione fotochimica, da parte della radiazione solare, degli inquinanti primari (NO<sub>x</sub>, idrocarburi e aldeidi) derivanti dai processi di combustione. Si forma se è presente nell'aria una concentrazione minima di ossidi di azoto, prodotti tipici del traffico veicolare, ed altri prodotti chimici volatili che hanno la medesima origine. In particolare, l'ozono che si forma al suolo è il risultato di una combinazione chimica tra gli ossidi di azoto prodotti dai tubi di scappamento dei veicoli e l'ossigeno atmosferico, reazione che viene favorita dalla radiazione ultravioletta proveniente dal sole.

La reazione di produzione di ozono richiede anche determinate condizioni meteorologiche: il sole, infatti, è un catalizzatore della reazione e contribuisce in maniera decisiva alla sua riuscita. Pertanto, anche se l'ozono è sempre presente tra i gas inquinanti delle nostre città, le sue concentrazioni aumentano, e diventano pericolose, nei mesi caldi, quando il cielo sereno e il maggiore irraggiamento solare sono concomitanti a condizioni di alta pressione, assenza di venti al suolo e, quindi, stagnazione dell'aria negli strati bassi dell'atmosfera, e sono variabili nell'arco della giornata: risultano basse al mattino, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e decrescono la sera.

Sembra un paradosso, ma poiché la molecola dell'ozono è altamente instabile (si forma e si disfa in continuazione), ne consegue che in città sono maggiori gli inquinanti prodotti dalle auto e l'ozono tende a "disfarsi" rapidamente, mentre in periferia, dove ci sono aree verdi, ricche di ossigeno, l'ozono trova molta "materia prima" (l'ossigeno) e tende a permanere anche a lungo. Per questo motivo, il centro delle città presenta una minore concentrazione di ozono rispetto alla periferia. Per lo stesso motivo non è possibile prendere alcun provvedimento di emergenza sul traffico: fermare il traffico in caso di superamento dei livelli limite, senza modificazione delle condizioni meteoclimatiche (calma di vento e assenza di rimescolamento verticale dell'atmosfera) non produrrebbe nessun effetto a breve termine.

Ha effetti simili a quelli dell'NO<sub>2</sub>, e causa infiammazione delle mucose respiratorie e oculari. In particolare, l'azione dell'ozono può portare due tipi di effetti a livello dell'apparato respiratorio:

- alterazioni della funzionalità meccanica polmonare (asma) accompagnata da sintomatologia respiratoria;
- danni strutturali e funzionali sui tipi di cellule specifiche dell'apparato respiratorio.

### **Biossido di zolfo SO<sub>2</sub>**

Il biossido di zolfo è uno degli inquinanti principali dell'atmosfera. Le fonti antropiche sono costituite da centrali termoelettriche a carbone o olio combustibile, industrie, riscaldamento domestico e traffico stradale, anche se le più alte concentrazioni di SO<sub>2</sub> si registrano nei dintorni delle aree industriali.

A causa della sua elevata solubilità in H<sub>2</sub>O, con la quale va a formare H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, uno dei componenti responsabili delle piogge acide, viene facilmente assorbito dalle mucose nasali e delle vie aeree superiori.

Durante i processi di combustione, lo zolfo generalmente presente nei combustibili fossili viene emesso in atmosfera sotto forma di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), detto anche anidride solforosa, e di triossido di zolfo (SO<sub>3</sub>), o anidride solforica. L'anidride solforosa è un gas incolore, non infiammabile e non esplosivo; il suo odore è facilmente avvertibile perché di natura pungente ed irritante. La graduale conversione dei combustibili per riscaldamento da liquido a metano potrebbe diminuire la sua concentrazione nelle realtà urbane.

Alte concentrazioni di SO<sub>2</sub> possono sfociare in temporanei deficit respiratori per bambini, per sofferenti di patologie respiratorie, asmatici e adulti che lavorano all'aperto in zone a rischio. Esposizioni di breve durata causano respiro affannoso, sensazione di pesantezza del petto, respiro breve.

Altri effetti sono stati associati ad esposizioni long-term in combinazione con alti livelli di PM10: malattie respiratorie, alterazioni della funzionalità polmonare e indebolimento delle difese immunitarie, aggravamento di malanni cardiovascolari preesistenti. I sottogruppi delle popolazioni che possono essere colpiti da questi effetti includono gli ammalati cronici, gli immuno-depressi, così come i bambini e gli anziani.

Insieme, l'SO<sub>2</sub> e il NO<sub>x</sub> sono i principali precursori delle piogge acide, causa dell'acidificazione di suoli, laghi e fiumi, erosione e desertificazione, accelerata corrosione di edifici e monumenti.

#### **Benzene/Toluene/Xilene – BTX**

Benzene, toluene e xileni fanno parte degli idrocarburi aromatici, definiti così a causa del loro caratteristico aroma o odore spiccato. Sono sostanze chimiche di base utilizzate come elementi di partenza per una vasta gamma di prodotti di consumo.

#### **Benzene – C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>**

Il più semplice dei composti organici aromatici, si presenta come un liquido incolore dal caratteristico odore aromatico pungente che diventa irritante a concentrazioni elevate. La soglia di concentrazione per la percezione olfattiva è di 5 mg/m<sup>3</sup> (Air Quality Guidelines for Europe, WHO 1987). A temperatura ambiente volatilizza facilmente, è scarsamente solubile in acqua e miscibile invece con composti organici come alcool, cloroformio e tetracloruro di carbonio.

Il benzene è uno dei composti organici più utilizzati. Su scala industriale viene prodotto attraverso processi di raffinazione del petrolio e trova impiego principalmente nella chimica come materia prima per numerosi composti secondari, che a loro volta vengono utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti, pesticidi. È un costituente della benzina che, assieme ad altri idrocarburi aromatici (toluene, etilbenzene, xileni, ecc.), ne incrementa il potere antidetonante. In Italia la legge n. 413/1997 ha stabilito che il contenuto di benzene nelle benzine non deve superare l'1% in volume.

Il benzene presente nell'aria deriva da processi evaporativi (emissioni industriali) e di combustione incompleta sia di natura antropica (veicoli a motore), che naturale (incendi). Tra queste, la maggiore fonte emissiva è costituita dai gas di scarico dei veicoli a motore, alimentati con benzina (principalmente auto e ciclomotori). Il benzene rilasciato dai veicoli deriva dalla frazione di carburante incombusto, da reazioni di trasformazione di altri idrocarburi e, in parte, anche dall'evaporazione che si verifica durante la preparazione, distribuzione e stoccaggio delle benzine, ivi comprese le fasi di marcia e di sosta prolungata dei veicoli.

L'esposizione cronica al benzene provoca tre tipi di effetti:

danni ematologici (anemie, ecc.);

danni genetici (alterazioni geniche e cromosomiche);

effetto oncogeno.

Per quanto riguarda l'effetto oncogeno, il benzene è stato classificato dalla IARC (International Agency for Research on Cancer) tra i cancerogeni certi (gruppo 1). Studi epidemiologici hanno dimostrato chiaramente l'associazione tra esposizione al benzene e patologie di tipo leucemico, nonché l'interazione tra i prodotti metabolici del benzene e il DNA, con effetti mutageni e teratogeni. Gli organismi scientifici nazionali e internazionali ritengono che sia opportuno essere cautelativi e considerare un esistente rischio, anche se piccolo, per bassi livelli di esposizione. Viene accettato quindi il "modello lineare senza soglia", cioè un modello che associa l'incremento lineare degli effetti all'aumentare della concentrazione (A. Seniori Costantini - CSPO Firenze, 2001).

L'esposizione al benzene avviene principalmente attraverso l'inalazione diretta, favorita dalla sua alta volatilità, anche se non sono da sottovalutare altre modalità di assunzione, quali l'alimentazione e l'assunzione di liquidi.

Le emissioni di benzene sono correlate principalmente alla percentuale di composti aromatici presenti nelle benzine. Il Concawe (Conservation of clean air and water in Europe - l'associazione delle compagnie petrolifere Europee per l'ambiente la salute e la sicurezza nella produzione e distribuzione) ha esaminato a lungo il problema, analizzando tutti gli studi esistenti in materia e determinando, infine, una formula di correlazione che stabilisce un rapporto di 16 a 1 (composti aromatici/benzene), nel senso che la riduzione di 16 punti percentuali degli aromatici nelle benzine contribuisce alla riduzione di benzene allo scarico in misura analoga all'abbattimento di un punto percentuale di benzene nei carburanti. Tale correlazione è stata adottata dalla Commissione U.E. nell'ambito del programma Auto – Oil.

Per contenere le emissioni di benzene possono essere adottate misure preventive sia durante i processi industriali di raffinazione dei combustibili liquidi che nelle tecnologie di contenimento delle stesse allo scarico dei veicoli automobilistici. Nella fase di raffinazione del petrolio le opzioni possibili sono:

- riduzione dei precursori;
- saturazione del benzene con l'idrogeno;
- estrazione del benzene a valle del processo di reforming.

Per quanto riguarda la riduzione dei precursori, questo intervento viene realizzato selezionando i greggi di lavorazione o variando l'intervallo di distillazione delle frazioni da raffinare. La saturazione del benzene con l'idrogeno comporta, però, un notevole aumento del fabbisogno di idrogeno, per cui occorrerebbe dotare le raffinerie di impianti per la produzione autonoma, con impatti ambientali non trascurabili. Infine, l'estrazione del benzene è possibile in uscita dal processo di reforming catalitico.

L'altro tipo di contenimento delle emissioni di benzene deve essere fatto nell'ottica di riduzione delle emissioni allo scarico. Già con l'utilizzo della marmitta catalitica impiegata sulle auto si ha un abbattimento del 90% delle emissioni di benzene. Studi della Stazione Sperimentale Combustibili di Milano e del CNR Istituto Motori di Napoli hanno dimostrato che l'uso di benzine con piombo e senza piombo su vetture non catalizzate non comporta sostanziali differenze in termini di emissioni.

La presenza di benzene nell'atmosfera è un problema particolarmente rilevante nelle aree urbane dove insistono densità abitative elevate e notevoli quantità di traffico veicolare. La quantità predominante di benzene (circa 85%) deriva dai gas di scarico dei veicoli mentre una percentuale minore (15%) proviene dalle emissioni evaporative. La dispersione del benzene in atmosfera è connessa a una serie di variabili di tipo meteorologico (variazioni stagionali e giornaliere), socio – economico (intensità e fluidità del traffico giornaliero e orario) e geografico (distribuzione degli assi stradali principali, morfologia del territorio, ecc.). L'entrata in vigore del DM n. 60 del 02/04/2002 (recepimento della Dir. 2000/69/CE) ha stabilito il valore limite per la protezione della salute umana di 5 µg/m<sup>3</sup>, valore da raggiungere entro il primo gennaio 2010.

#### **TOLUENE – C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>**

È un idrocarburo volatile aromatico, dalle diverse applicazioni industriali, che fa parte degli NMHC (idrocarburi non metanici); noto anche come etilbenzene, viene impiegato quale componente ottanico nella formulazione delle benzine e intensamente come solvente nella produzione di vernici, di diluenti, dell'inchiostro, delle colle e degli adesivi. Dato l'intenso uso che ne viene fatto, il toluene è presente mediamente ad una concentrazione poco minore di 1 mg/m<sup>3</sup>, con concentrazioni molto più alte in città e nelle zone industriali.

Meno tossico del benzene, i suoi effetti sulla salute umana di riferiscono principalmente al Sistema Nervoso Centrale. Si hanno dosi tossiche al di sopra di 375.000 mg/m<sup>3</sup>. Non ci sono dati che provano l'insorgenza del cancro negli esseri umani esposti al toluene.

Per quanto riguarda i limiti di legge, non è previsto un limite di legge per il toluene nell'ambiente esterno. L'Organizzazione Mondiale della Sanità suggerisce di non superare 260 mg/m<sup>3</sup> per una settimana di esposizione.

#### **XILENI – C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>**

Appartenenti alla famiglia degli idrocarburi aromatici, la cui struttura molecolare è caratterizzata dalla presenza di 8 atomi di carbonio, sono derivati del benzene in cui i due gruppi metile occupano le posizioni orto (1,2 dimetilbenzene); lo xilene si presenta come un liquido incolore ed è presente nel catrame di carbon fossile ed usato come solvente antidetonante.

L'orto-xilene è un intermedio per la produzione di anidride ftalica, che trova applicazione nel campo dei plastificanti ftalati, delle resine alchiliche e delle resine poliestere insature. Altri usi dell'orto-xilene sono nel campo dei solventi battericidi, degli erbicidi e dei lubrificanti.

Il meta-xilene, è usato per produrre acido isoftalico (IPA), a sua volta utilizzato nella formulazione del polietilentereftalato (PET), diffusamente impiegato per la produzione di bottiglie in plastica.

Il para-xilene è fondamentalmente utilizzato per la produzione di acido tereftalico purificato (PTA) e dimetiltereftalato (DMT), adoperati nella realizzazione di fibre e resine poliestere; le fibre poliestere trovano impiego in settori tecnici specifici, quali il comparto del tessile/abbigliamento

#### **INQUINANTI PARTICELLARI**

## **POLVERI PM10**

Il PM10 è uno dei sette inquinanti dell'aria più importanti ed è definito come il materiale particolato (PM – Particulate Matter) con un diametro aerodinamico medio inferiore a 10 micron. Il PM10 è la frazione del particolato atmosferico che viene separata da quella di maggiori dimensioni attraverso un sistema di separazione, con una efficienza di campionamento pari al 50%. Si tratta di un miscuglio di sali inorganici, metalli, IPA, sostanze organiche e materiale biologico.

Le polveri sottili dipendono quasi interamente dalla combustione e quindi sono tossiche al 100%.

Il traffico è responsabile solo per una quantità pari al 50% del fenomeno, mentre, per la restante parte, sono responsabili gli impianti di riscaldamento e le combustioni industriali. Le condizioni meteorologiche come la temperatura, il vento, la pioggia, i fenomeni di inversione termica, hanno una grande influenza sulla distribuzione e la chimica delle polveri. Il vento ed il traffico stesso contribuiscono alla movimentazione di queste polveri, le cui particelle più piccole, nel periodo freddo in cui si verificano fenomeni di inversione termica, possono rimanere in sospensione aerea per molte settimane.

La pericolosità del PM10 è dovuta al fatto che queste polveri fini possono essere inalate e raggiungere i polmoni, interferendo con l'attività respiratoria dei bronchioli e degli alveoli polmonari.

## **POLVERI PM2,5**

Il PM2,5 è un particolato formato dall'aggregazione delle particelle più piccole, compreso tra 0,1 and 2,5 µm in diametro (un quarto di centesimo di millimetro), è una polvere toracica, cioè in grado di penetrare profondamente nei polmoni, specie durante la respirazione dalla bocca.

Gli studi hanno dimostrato che sono queste ultime ad avere effetti peggiori sulla salute umana ed animale. Nell'aprile 2008 l'Unione Europea ha adottato definitivamente una nuova direttiva (2008/50/EC) che detta limiti di qualità dell'aria con riferimento anche alle PM2,5, recepita dal D.Lgs n.155 del 13/08/2010

Dalla fine degli anni novanta la normativa comunitaria, nazionale e regionale ha progressivamente abbandonato la regolamentazione delle polveri totali sospese (PTS) in quanto parametro poco rappresentativo degli effetti sulla salute per concentrarsi sul PM10 e attualmente sul PM2.5 e PM1. Tale cambiamento è stato motivato dalla scoperta che la penetrazione delle polveri nell'apparato respiratorio e la loro tossicità sono inversamente proporzionali alla loro dimensione.

## **METALLI NEL CORPO DEL PARTICOLATO**

I metalli sono presenti nel particolato atmosferico e provengono da svariate fonti.

Il cadmio e lo zinco, per esempio, sono originati prevalentemente da fonti industriali, il rame ed il nichel dai processi di combustione, mentre il piombo proviene dalle emissioni degli autoveicoli.

In generale vengono ritenuti metalli con azione tossica i cosiddetti metalli pesanti (piombo, cadmio, arsenico, mercurio, cromo, manganese), tuttavia vi sono molti altri metalli (compresi alluminio, arsenico, rame, oro, zinco, etc.) che, in relazione alle quantità assorbite, possono avere degli effetti tossici.

L'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro, ha classificato come cancerogeni per l'uomo i composti di del nichel e del cadmio, inoltre l'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che, a fronte di una esposizione ad una concentrazione di nichel nell'aria di 1 g/m<sup>3</sup> per l'intera vita, quattro persone su diecimila siano a rischio di contrarre il cancro.

## **IPA NEL CORPO DEL PARTICOLATO**

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici sono idrocarburi costituiti da due o più anelli aromatici, quali quello del benzene, uniti fra loro in una struttura generalmente piana.

Queste sostanze sono presenti in atmosfera quale prodotto di processi pirolitici e di combustioni incomplete, con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano, da impianti industriali, di riscaldamento e dalle emissioni di autoveicoli.

Gli IPA ad alto peso molecolare, come il benzo(e)pirene e il benzo(a)pirene, sono presenti in elevate quantità in asfalti, bitumi e carbone.

L'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro, ha classificato alcune di queste sostanze, benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, dibenzo(a,h)antracene, benzo(b,j,k) fluorantene, come cancerogene di categoria 1, R45 dalla C.E., nel Gruppo 1 (sostanze per le quali esiste una accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo).

## **PARAMETRI METEOROLOGICI**

Mediante stazione meteorologica saranno rilevati i seguenti parametri:

## **RELAZIONE MONITORAGGIO AMBIENTALE**

Temperatura (TA)  
Umidità Relativa (UR)  
Pioggia Caduta (PC)  
Direzione del Vento (DV)  
Velocità del Vento (VV)  
Pressione (P)

Valori limite relativi del particolato (PM10 e PM2,5) (Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010), e degli inquinanti gassosi (DM 60/2002 e D.Lgs 155/20210)

<b>Biossido di zolfo - SO<sub>2</sub></b>		<b>Riferimenti: DM 60/2002 e D. Lgs n. 155 del 13/08/2010</b>			
SOGLIA DI ALLARME		VALORE LIMITE ORARIO		VALORE LIMITE DI 24 ORE	
500 µg/m <sup>3</sup>	<i>misurato per 3 ore consecutive</i>	350 µg/m <sup>3</sup>	<i>da non superare più di 24 volte/anno civile</i>	125 µg/m <sup>3</sup>	<i>da non superare più di 3 volte/anno civile</i>
<b>Biossido di azoto - NO<sub>2</sub></b>		<b>Riferimento: DM 60/2002</b>			
SOGLIA DI ALLARME		VALORE LIMITE ORARIO		VALORE LIMITE ANNUALE	
400 µg/m <sup>3</sup>	<i>misurato per 3 ore consecutive</i>	200 µg/m <sup>3</sup>	<i>da non superare più di 18 volte/anno civile</i>	40 µg/m <sup>3</sup>	-
<b>Ossidi di azoto - NO<sub>x</sub></b>		<b>Riferimento: DM 60/2002 e D. Lgs n. 155 del 13/08/2010</b>			
<b><u>VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE</u></b>					
30 µg/ m <sup>3</sup>		Valore limite annuale per la protezione della vegetazione			
<b>Particolato - PM<sub>10</sub></b>		<b>Riferimenti: DM 60/2002 e D. Lgs n. 155 del 13/08/2010</b>			
<b><u>VALORE LIMITE ANNUALE (*)</u></b>		<b><u>VALORE LIMITE DI 24 ORE (*)</u></b>			
40 µg/m <sup>3</sup>		50 µg/m <sup>3</sup>	<i>da non superare più di 7 volte/anno civile</i>		
(*) Da una recente comunicazione del Ministero dell'Ambiente, il valore limite va considerato senza il margine di tolleranza (che deve essere utilizzato solo ai fini della zonizzazione). Da una comunicazione non ufficiale dello stesso Ministero risulta inoltre che si ha superamento quando la concentrazione è maggiore (e non maggiore e uguale) al valore limite di 50 µg/m <sup>3</sup> .					
<b>PM<sub>2,5</sub> – Fraz. polveri con d &lt;2,5 µm</b>		<b>Riferimento: D. Lgs n. 155 del 13/08/2010</b>			

25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<i>Concentrazione media annuale</i>		
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<i>Concentrazione media annuale (valore obiettivo entro il 2015)</i>		
<b>Monossido di carbonio – CO</b>		<b>Riferimenti: DM 60/2002 e D. Lgs n. 155 del 13/08/2010</b>	
<u>VALORE LIMITE</u>		<u>SOGLIA DI ALLARME</u>	
10 $\text{mg}/\text{m}^3$	<i>Media massima giornaliera su 8 ore</i>	30 $\text{mg}/\text{m}^3$	<i>Concentrazione media giornaliera</i>
<b>Benzene - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>		<b>Riferimenti: DM 60/2002 e D. Lgs n. 155 del 13/08/2010</b>	
<u>VALORI LIMITE</u>			
5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<i>concentrazione media annuale</i>		
<b>Ozono - O<sub>3</sub></b>		<b>Riferimenti: DL 21-05-2004 e D.Lgs n. 155 del 13/08/2010 )</b>	
<u>SOGLIA DI INFORMAZIONE</u>		<u>SOGLIA DI ALLARME</u>	
180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<i>concentrazione oraria</i>	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<i>misurato per 3 ore consecutive</i>
<b>IPA - Idrocarburi Policiclici Aromatici</b>		<b>Riferimenti: DM 25-11-94</b>	
1 $\text{ng}/\text{m}^3$		Obiettivo di qualità	
<i>Il limite giornaliero medio annuale, inteso come valore obiettivo è riferito al benzo(a)pirene</i>			
<i>Le concentrazioni di Toluene e Xilene non sono normate dalla legislazione in materia; per questi idrocarburi si può utilizzare il limite di 1000 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> proposto dall'OMS.</i>			

### 6.3.5 Svolgimento del monitoraggio tipo

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

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

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

La metodica di monitoraggio si compone delle seguenti fasi.

1) Sopralluogo nell'area di cantiere. Nel corso del sopralluogo vengono stabilite le posizioni dei punti di misura destinati al monitoraggio. Le posizioni dei punti di misura dovranno essere georeferenziate rispetto a punti fissi di facile riconoscimento (spigoli di edifici, pali, alberi, ecc.) e fotografate, facendo particolare attenzione alla accessibilità dei siti anche in fase di costruzione. Nella fase di corso d'opera saranno individuate inoltre le fasi e sottofasi operative delle attività che saranno svolte, al fine di riconoscere la localizzazione dei carichi emissivi.

2) Svolgimento della campagna di misure in accordo alle prescrizioni riportate nella presente relazione.

3) Compilazione delle schede di rilevamento.

Il monitoraggio ha essenzialmente lo scopo di valutare i livelli di concentrazione di alcuni significativi inquinanti previsti nella normativa nazionale, al fine di individuare l'esistenza di eventuali stati di attenzione ed indirizzare gli interventi di mitigazione necessari a riportare i valori entro opportune soglie definite dallo strumento legislativo; i valori limite fanno riferimento al DM 155/2010.

I parametri oggetto di monitoraggio nelle varie fasi sono i seguenti:

PARAMETRO	FASE DI MONITORAGGIO
NO, NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, BTX, O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> ,	AO - PO
PM <sub>10</sub> PM <sub>2,5</sub>	AO-CO - PO
IPA (benzo(a)pirene)	CO
Temperatura	AO-CO - PO
Umidità relativa	AO-CO - PO
Velocità e direzione del vento	AO-CO- PO
Pressione atmosferica	AO-CO- PO
Intensità di precipitazione	AO-CO- PO

La strumentazione utilizzata si compone, nel caso di monitoraggio limitato alle sole polveri, di campionatori sequenziali/gravimetrici su filtro per la restituzione del valore medio giornaliero delle polveri sospese (PM 10, PM 2,5), associati a stazione meteo per il rilevamento dei parametri meteo.

Nel caso di monitoraggio esteso agli inquinanti gassosi, la strumentazione utilizzata si compone di laboratori mobili equipaggiati da analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi con campionatori sequenziali/gravimetrici su filtro per la restituzione del valore medio giornaliero delle polveri sospese (PM 10, PM 2,5), completi di centralina per la valutazione dei parametri meteorologici.

Ai suddetti inquinanti va aggiunto il benzo(a)pirene da effettuarsi su un campione giornaliero rappresentativo di ciascuna settimana derivante dalla campagna di n.4 settimane di rilevamento delle polveri (PM 10).

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici.

Campionatore per Polveri PM 10/PM 2,5 conforme alle specifiche del DPR 203/88.

Campionamento: per filtrazione su supporti filtranti in fibra di vetro (diametro 47mm).

Analisi: gravimetria.

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10/PM 2,5 è indicato nella norma EN 12341. Il campionamento avviene per accumulo su supporto filtrante ma con l'accorgimento che le sonde per il prelievo del materiale particellare siano dotate di uno speciale preselettore o ciclone in grado di eliminare, prima che queste raggiungano il filtro, le particelle con diametri superiori ai 10/2,5 pm.

Centralina meteorologica

Tutti i sensori della centralina meteo sono collegati con l'unità di raccolta ed elaborazione dati, in modo da poter correlare in ogni momento i valori forniti dagli analizzatori degli inquinanti con le condizioni

meteorologiche.

Nella tabella seguente sono indicati i livelli di sensibilità strumentale caratteristici.

PARAMETRO	Accuratezza-Sensibilità-Risoluzione
Temperatura	A = 0,2 °C
Umidità relativa	A = 3% [10+95 %]
Pressione atmosferica	S = 0,5 [B50+1100 mbar]
Precipitazioni	R = 0,2 mm
Velocità del vento	S = 0,3 mls

#### Centralina meteorologica – sensibilità

Le misure saranno condotte, per ogni punto, con le frequenze esposte di seguito:

- fase *ante operam*: da eseguire con campagne di 4 settimane consecutive, 2 volte in sei mesi, prima l'inizio dei lavori;
- in *corso d'opera*: da eseguire con campagne di 4 settimane consecutive con frequenza semestrale, una in periodo primaverile/estivo e una in periodo autunnale/invernale;
- fase *post operam*: da eseguire con campagne di 4 settimane consecutive, 2 volte in un anno, dopo la fine dei lavori;

Le frequenze ed il numero complessivo dei rilievi, ove si verificassero variazioni al cronoprogramma lavori previsto in fase di progetto esecutivo, modifiche cronologiche delle fasi di lavorazioni od ancora impreviste durate temporali di esecuzione lavori o criticità impreviste, saranno soggette a opportune revisioni.

Le indagini sui punti di monitoraggio saranno eseguite preferibilmente in contemporanea o, ove non possibile, in tempi differenziati in relazione alle lavorazioni di cantiere effettivamente attive.

La durata complessiva delle lavorazioni impattanti sulla componente atmosfera è stimata in **30 mesi**.

#### 6.3.5.1 Monitoraggio stato *ante operam* (AO)

Il monitoraggio della fase ante-operam ha inizio e si conclude prima dell'avvio delle attività interferenti con il territorio e con l'ambiente, ossia prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori. La base dati così costituita descrive lo scenario cosiddetto "di bianco", rispetto alla quale effettuare la valutazione comparata con i controlli effettuati nelle successive fasi del Monitoraggio, atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera ed a verificarne la sostenibilità ambientale. In relazione alle caratteristiche dell'opera in oggetto del sito interessato, in accordo con la normativa vigente ed al fine di rendere i dati confrontabili con qualsiasi eventuale situazione critica, si prevedono per la fase ante-operam 2 campagne della durata di 4 settimane per ciascun punto di misura, distribuite equamente nell'arco dei sei mesi antecedenti l'inizio dei lavori, rispettivamente per il periodo primavera/estate e autunno/inverno, completa di tutti i principali inquinanti.

#### 6.3.5.2 Monitoraggio in fase di realizzazione dell'opera (*corso d'opera* – CO)

Il monitoraggio in corso d'opera comprende il periodo di realizzazione dell'opera, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori dei vari tratti funzionali e perché può venire influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatarie dei lavori. Nel caso specifico, si prevede di effettuare, per ogni postazione, e per la relativa durata delle lavorazioni, un rilievo di 4 settimane con frequenza semestrale.

In questa fase i dati raccolti hanno lo scopo di verificare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte direttamente o indirettamente dalla realizzazione dell'opera, identificando le eventuali criticità ambientali che richiedono di adeguare la conduzione dei lavori o che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio.

Inoltre con tali modalità diventa possibile verificare l'efficacia di eventuali interventi di mitigazione e attuare possibili accorgimenti correttivi.

### 6.3.5.3 Monitoraggio stato *post operam* (PO)

Il monitoraggio della fase *post-operam* ha inizio al termine delle attività interferenti con il territorio e con l'ambiente, ossia a lavori ultimati. In relazione alle caratteristiche dell'opera in oggetto del sito interessato, in accordo con la normativa vigente ed al fine di rendere i dati confrontabili con qualsiasi eventuale situazione critica, si prevedono per la fase *post-operam* 2 campagne della durata di 4 settimane per ciascun punto di misura, distribuite equamente nell'arco di un anno successivo al termine dei lavori, completa di tutti i principali inquinanti.

Denominazione punto di monitoraggio	Coordinate	Posizione	TIPO MISURE Parametri/campagna			Durata lavorazioni (mesi)	Frequenza N. Misure		
			AO	CO	PO		AO	CO	PO
							sem		
ATM 01	37°37'16.65"N 13°41'9.01"E	Ricettore 13/ Demolizione rampa esistente, ramo 4, nuovo viadotto	4 settimane (NO, NOx, NO2, CO, BTX, O3, SO2, PM10, PM2.5,meteo)	4 settimane PM10, PM2.5, IPA su PM10, meteo	4 settimane (NO, NOx, NO2, CO, BTX, O3, SO2, PM10, PM2.5,meteo)	30	2	5	2
ATM 02	37°37'29.67"N 13°41'10.46"E	Ricettore 21/ viabilità di cantiere, campo operativo CO.01	4 settimane (NO, NOx, NO2, CO, BTX, O3, SO2, PM10, PM2.5,meteo)	4 settimane PM10, PM2.5, IPA su PM10, meteo	4 settimane (NO, NOx, NO2, CO, BTX, O3, SO2, PM10, PM2.5,meteo)	30	2	5	2
ATM 03	37°37'36.73"N 13°41'35.23"E	Ricettore 1/ viabilità di cantiere	4 settimane (NO, NOx, NO2, CO, BTX, O3, SO2, PM10, PM2.5,meteo)	4 settimane PM10, PM2.5, IPA su PM10, meteo	4 settimane (NO, NOx, NO2, CO, BTX, O3, SO2, PM10, PM2.5,meteo)	30	2	5	2

### 6.3.6 Modalità di gestione delle variazioni

Il PMA definisce i "limite di legge" ed i "valori di attenzione" applicabili e relativi ai singoli parametri. Per la componente atmosfera si prendono in considerazione come:

- "limiti di legge" valori limite di riferimento (livelli di attenzione e di allarme) fissati dal DM n. 60 del 02/04/2002 e dal Dlgs n. 155 del 13/08/2010.

- “valori di attenzione” quei valori che segnalano la presenza di un potenziale rischio per la salute umana e/o per l'ambiente. Tali valori risultano essere più restrittivi rispetto ai “limiti di legge” indicati precedentemente. L'utilizzo dei “valori di attenzione” fornisce il vantaggio di avere sotto controllo anche situazioni non critiche ma che lasciano presupporre un prossimo avvicinamento ai livelli di criticità ed il conseguente superamento dei “limiti di legge”. Il “valore di attenzione”, per ciascuno degli inquinanti monitorati, viene fissato pari al 90% del relativo “limite di legge”.

Al superamento di tali limiti consegue la gestione del superamento in fase di CO per l'individuazione e attivazione di tutte le opportune misure correttive all'esecuzione delle lavorazioni e per ogni opportuna modifica e/o integrazione delle opere di mitigazione di cantiere.

### 6.3.7 Schede monitoraggio e rapporti periodici

In coerenza con quanto richiesto dalla condizione ambientale n. 1 vengono di seguito specificate le modalità di restituzione degli esiti del monitoraggio ambientale nelle varie fasi.

In particolare, per la componente ambientale atmosfera verrà redatta la seguente documentazione:

#### Monitoraggio ante operam

- Schede di monitoraggio in formato grafico e informatico, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati mediante restituzione, memorizzazione e validazione dei dati di misura di tutti i parametri previsti nel PMA
- Restituzione di rapporti periodici **trimestrali** relativi a ciascuna campagna nelle quali saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per le diverse componenti ambientali durante le attività di cantiere ed altresì sarà riportato il confronto tra le misure rilevate ed i valori di norma e, di conseguenza, verranno evidenziati gli eventuali superamenti dei limiti normativi e/o di attenzione dei parametri rilevati e le misure correttive che si fosse reso necessario porre in essere.
- Relazione di fase, nell'ambito della quale saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato iniziale delle diverse componenti ambientali prima dell'avvio delle attività di cantiere

#### Monitoraggio in corso d'opera

- Schede di monitoraggio in formato grafico e informatico, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati mediante restituzione, memorizzazione e validazione dei dati di misura di tutti i parametri previsti nel PMA
- Restituzione di rapporti periodici **semestrali** relativi a ciascuna campagna nelle quali saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per le diverse componenti ambientali durante le attività di cantiere ed altresì sarà riportato il confronto tra le misure rilevate ed i valori di norma e, di conseguenza, verranno evidenziati gli eventuali superamenti dei limiti normativi e/o di attenzione dei parametri rilevati e le misure correttive che si fosse reso necessario porre in essere.
- Relazione di fine fase, nell'ambito della quale saranno illustrati i riferimenti normativi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato iniziale delle diverse componenti ambientali prima dell'avvio delle attività di cantiere

#### Monitoraggio post operam

- Schede di monitoraggio in formato grafico e informatico, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati mediante restituzione, memorizzazione e validazione dei dati di misura di tutti i parametri previsti nel PMA
- Restituzione di rapporti periodici **semestrali** relativi a ciascuna campagna nelle quali saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate ed altresì sarà riportato il confronto tra le misure rilevate con i valori di norma e i valori delle fasi precedenti.
- Relazione di fase, nell'ambito della quale saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i

risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato finale della componente al termine delle attività.

**RTI di  
progettazione:**

**Mandataria**



**Mandanti**



ING. ANDREA  
MILANO

## 7 RUMORE

### 7.1 PREMESSA E SCOPO DEL MONITORAGGIO

Il PMA della componente rumore ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, al fine di ricercare le azioni correttive che possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni accettabili. Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione progettati e posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione dell'infrastruttura stradale;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Assunti come "punto zero" di riferimento i livelli sonori attuali (*ante operam*), si procederà alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'opera ed a seguito dell'entrata in esercizio della nuova infrastruttura.

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

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'infrastruttura stradale di progetto;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, lo "stato di fatto" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;
- consentire un'agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli interventi di mitigazione previsti nello studio acustico.

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

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato *ante operam* dovuta alle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto ed all'entrata in esercizio della stessa;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo e/o permanente. In fase di esecuzione delle opere il sistema di accertamenti predisposto funge anche da sensore di allarme.

L'individuazione dei punti di misura è stata effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'infrastruttura di cui si tratta, alle caratteristiche dei ricettori individuati nelle attività di censimento.

Gli elaborati di progetto relativi alla componente rumore ed il piano di cantierizzazione consentono, in particolare, di analizzare l'impatto prodotto dalle lavorazioni e dal transito dei mezzi di cantiere nei pressi dei ricettori residenziali.

Nelle aree di cantiere il monitoraggio sarà finalizzato prevalentemente al controllo delle emissioni acustiche prodotte dai macchinari e dalle lavorazioni, mentre lungo il tracciato per il trasporto delle materie esso avrà come oggetto esclusivamente le emissioni prodotte dal transito dei mezzi d'opera nella fase di approvvigionamento di tutti i materiali utilizzati per l'esecuzione delle opere civili e di allontanamento del materiale di risulta.

In relazione alle emissioni acustiche legate alle attività di cantiere, saranno eventualmente richieste ai comuni interessati le necessarie autorizzazioni per le attività rumorose, in deroga ai limiti acustici previsti dal DPCM 1/3/91. (Legge n. 447 del 26 ottobre 1995; DPCM del 14 novembre 1997).

Nell'ambito della valutazione di impatto acustico in fase di Progetto esecutivo, sono stati individuati i ricettori esposti al rumore.

## 7.2 RIFERIMENTI NORMATIVI E SCIENTIFICI

Vengono di seguito elencati i principali riferimenti normativi che sono stati adottati per la stesura del progetto di monitoraggio ambientale dell'inquinamento acustico nonché alcuni articoli tecnici di settore inerenti all'argomento.

### Normativa:

- 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";
- Decreto Legislativo 04/09/2002, n. 262, "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto" (suppl. ordin. alla G.U. 21/11/2002, serie g. n. 273);
- 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, di piani di contenimento e abbattimento del rumore".
- Decreto del Ministero dell'industria del commercio e dell'artigianato 26 giugno 1998, n. 308. "Regolamento recante norme di attuazione della direttiva 95/27/CE in materia di limitazione del rumore prodotto da escavatori idraulici, a funi, apripista e pale cariatrici".
- Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".
- D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".- Norma UNI 9884 (1997) relativa alla "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale".
- Norme ISO 1996/1, 1996/2 e 1996/3 relativa alla "Caratterizzazione e misura del rumore ambientale";
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico.
- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- D.P.C.M. 27 dicembre 88 n. 377 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986 n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 10 agosto 1998".
- DM 28 novembre 1987 n. 588 "Attuazione delle direttive CEE n. 79/113, n. 81/1051, n. 85/405, n. 84/533, n. 85/406, n. 84/534, n. 84/535, n. 85/407, n. 84/536, n. 85/408, n. 84/537 e n. 85/409 relative al metodo di misura del rumore, nonché del livello sonoro o di potenza acustica di motocompressori gru a torre, gruppi elettrogeni di saldatura, gruppi elettrogeni e martelli demolitori azionati a mano, utilizzati per compiere lavori nei cantieri edili e di ingegneria civile".

## 7.3 MODALITÀ DEL MONITORAGGIO ACUSTICO

### 7.3.1 *Articolazione temporale dei monitoraggi*

Il PMA della componente rumore è redatto allo scopo di caratterizzare, dal punto di vista acustico, l'ambito territoriale interessato dall'opera progettata.

Il monitoraggio della componente rumore si articola nelle seguenti fasi:

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

### 7.3.2 Criteri di scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio

La scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio poggia, oltre che sui criteri di carattere generale descritti precedentemente, anche su una serie di condizioni determinate da fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acustica attuale e futura per la fase di corso e post operm.

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

Tali condizioni sono:

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

L'analisi preliminare ha permesso di definire i punti da sottoporre ad indagine acustica anche sulla base dei seguenti criteri di carattere generale:

- Configurazione finale dello svincolo;
- ubicazione delle aree di cantiere.

La distanza, riferita al ciglio della nuova opera, dei punti da monitorare, è piuttosto variabile. In genere si può asserire che le aree dove sorgeranno i cantieri di costruzione e che saranno oggetto di monitoraggio in corso d'opera sono, per evidenti ragioni logistiche, piuttosto vicine alle opere in progetto. In definitiva, a seguito della quasi completa uniformità dei parametri che influiscono sui processi di emissione, propagazione ed immissione sonora riscontrata lungo le opere previste in progetto, i principali fattori di criticità ambientale sono:

- vicinanza dei ricettori alle aree di cantiere e alla rete viaria percorsa dai mezzi gommati pesanti nei percorsi cantiere-cantiere, cava-cantiere e discarica-cantiere;
- vicinanza dei ricettori alle opere di svincolo nella sua configurazione finale;
- eventuale presenza di ricettori esposti al rumore.

### 7.3.3 Ubicazione dei punti di monitoraggio

Le posizioni di misura sono state definite col metodo delle posizioni ricettori-orientate e quindi scelte in prossimità di edifici o gruppi di edifici. Le postazioni di misura sono collocate in corrispondenza degli edifici individuati e, compatibilmente con la possibilità di accedere agli appartamenti, in prossimità dei piani maggiormente esposti al rumore indotto dalle lavorazioni. In particolare le operazioni di lavorazione e costruzione di infrastrutture connesse alla realizzazione di opere lineari, quali le infrastrutture stradali, si sviluppano lungo l'asse stradale. La stessa infrastruttura va dunque considerata nel suo insieme come cantiere, lungo cui si svolgono le fasi di realizzazione. Nella tabella seguente sono riportati l'ubicazione e le caratteristiche di ciascun punto di monitoraggio.

Sono stati individuati complessivamente 5 punti d'indagine così collocati:

CODICE PUNTO	CODICE RICETT. CENSITO	COORDINATE		OPERA DI RIFERIMENTO [UBICAZIONE]	FASE/TIPO MISURE		
					AO	CO	PO
					7gg	24h	7gg
RUM 01	RIC 2	37°37'31.90"N	13°41'38.50"E	Rotatoria 3 – Viabilità secondari VS.03	X	X	X
RUM 02	RIC 6	37°37'26.08"N	13°41'29.50"E	Viabilità di cantiere	X	X	X
RUM 03	RIC 21	37°37'29.77"N	13°41'10.60"E	CO.01	X	X	X
RUM_04	RIC 11	37°37'16.40"N	13°41'21.09"E	Rotatoria 2 – nuovo viadotto	X	X	X
RUM_05	RIC 13	37°37'16.65"N	13°41'9.01"E	Viadotto da demolire – Nuovo Viadotto – Viabilità di cantiere	X	X	X

### 7.3.4 Parametri oggetto di monitoraggio

La campagna di monitoraggio acustico ha lo scopo di definire i livelli sonori relativi alla situazione attuale, di verificare gli incrementi indotti dalla realizzazione delle opere di svincolo (corso d'opera) rispetto all'ante operam (assunto come "punto zero" di riferimento) e verificare i livelli sonori relativi all'esercizio.

Allo scopo di valutare le alterazioni dell'attuale clima acustico del territorio interessato, sono state fissate delle norme univoche, utili per determinare i criteri di misura dei parametri che caratterizzano l'inquinamento acustico.

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle tre fasi temporali verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

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

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

Il monitoraggio tipo di un'area di indagine si svolge con le seguenti modalità:

- Verifica preliminare circa l'effettiva possibilità di svolgere il rilevamento nel punto ipotizzato nel progetto di monitoraggio.
- Sopralluogo nell'area di indagine previa definizione delle sorgenti di emissione, delle caratteristiche urbanistiche ed insediative, degli usi attuali dei terreni agricoli, degli indicatori climatologici dai quali possono derivare effetti sul fenomeno di propagazione del rumore. Nel corso del sopralluogo viene svolto altresì uno screening preliminare dei livelli di rumorosità al fine di verificare la localizzazione dei punti di misura ipotizzati nel progetto. Tutti i punti di misura sono fotografati e georeferenziati su supporto cartografico in scala idonea al successivo riconoscimento.
- Identificazione della postazione di misura di rumore da traffico veicolare dai mezzi di cantiere e /o dal traffico veicolare:
  - per caratterizzare il rumore di origine stradale occorre rilevare in continuo adoperando una centralina fissa posizionata ad almeno 1,5 m di distanza dalla facciata degli edifici o a 1 m dai confini di proprietà e ad una altezza di 1,5 o 3,5 m dal piano campagna;
  - l'asse di massima sensibilità del microfono deve essere orizzontale e perpendicolare alle linee di flusso del traffico;
  - la posizione del punto di misura non deve interferire con ostacoli alla propagazione del rumore localizzati a ridosso della strada, garantendo un campo libero da ostacoli rilevanti per almeno tre volte la distanza del punto di misura dalla sorgente di rumore primaria osservata (ad esempio dall'asse della corsia di marcia più vicina).
- Rilevamento del rumore indotto all'avanzamento del fronte lavori (misura rumore indotto delle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori e/o all'interno delle aree di cantiere):
  - hanno lo scopo di determinare il Leq giornaliero nei ricettori prospiciente l'infrastruttura stradale e/o le aree di cantiere durante l'esecuzione dei lavori;
  - i punti di misura sono fisicamente individuati da postazioni fisse rilocabili a funzionamento automatico ed autonomo, in grado di rilevare e memorizzare con costanti di tempo predefinite gli indicatori di rumore.

Al termine delle 24 ore di monitoraggio continuo nei punti di monitoraggio dei fronti di avanzamento lavori e delle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere e di una settimana nei punti di monitoraggio indotti dal traffico veicolare e dai mezzi di cantiere, l'operatore chiude l'acquisizione e procede alla verifica di calibrazione dello strumento ed alla archiviazione su personal computer dei dati per le successive elaborazioni.

L'unità operativa di monitoraggio si sposta nell'area di indagine successiva e, installata la strumentazione, si procede come indicato nei punti precedenti.

#### 7.3.4.1 Parametri acustici

##### Livello equivalente (Leq)

L'indicatore ambientale primario per la caratterizzazione acustica di un ricettore è fornito dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" definito dalla relazione analitica:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{PA^2(t)}{P_o^2} dt \right] db(A) \quad \text{dove:}$$

- PA(t): valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A
- P0: valore della pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 micropascal in condizioni standard
- T: intervallo di tempo di integrazione.

Il livello equivalente esprime il livello energetico medio della pressione sonora ponderato in curva A ed è utilizzato per la definizione dei limiti di accettabilità.

La scelta di tale indicatore di rumore, se da un lato è imposta dalla necessità di verificare il rispetto della normativa di settore vigente in Italia, ha comunque ampi riscontri negli studi svolti a livello internazionale.

Il livello equivalente continuo di pressione sonora ponderato A, utilizzato come indicatore di riferimento è, per sua definizione, un parametro che non fornisce utili indicazioni sulla natura delle sorgenti sonore responsabili del clima acustico. Pertanto i valori di livello equivalente rilevati vanno interpretati mediante l'utilizzo di altri indicatori sensibili alle caratteristiche delle sorgenti di rumore.

Tra gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore ci sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, la "time history" in dB(A) fast, la distribuzione statistica dei valori della "time history", lo spettro di frequenza. In particolare:

#### Livelli statistici L1 - L5

Lo studio degli indici percentili L1 ed L5 permettono di identificare gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco). I valori di L5, misurati nel periodo notturno maggiori di 70-80 dB(A), rappresentano un indicatore di disturbo sul sonno da incrociare con la verifica dei Lmax rilevati dalla time-history in dB(A)Fast.

#### Livello statistico L10

L'indice percentile L10 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", espresso dalla differenza tra L10 e L90 e rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati.

#### Livello statistico L50

L50 è utilizzabile come indice di valutazione della tipologia emissiva delle sorgenti: se la sorgente risulta alquanto costante, l'indice L50 tende al valore di Leq rispetto al quale si mantiene alcuni decibel più basso.

#### Livelli statistici L90 – L95

I livelli statistici L90 e L95 sono rappresentativi del rumore di fondo dell'area in cui è localizzata la stazione di monitoraggio e consentono di valutare il livello delle sorgenti fisse che emettono con modalità stazionarie. La differenza L95-Lmin aumenta all'aumentare della fluttuazione della sorgente.

#### Livello massimo Lmax

Il valore Lmax identifica gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico quali il passaggio di moto, di autoambulanze, una sirena, ecc e, nel caso in cui sia disponibile la time-history in dBA fast, permette di individuare gli eventi statisticamente atipici da eliminare nella valutazione del rumore ambientale di breve o lungo periodo. Si ricorda che considerazioni analoghe possono essere tratte il livello percentile L1.

#### Livello minimo Lmin

Il livello minimo Lmin connota la soglia di rumorosità di un'area, permettendo di valutare la necessità di

tenere conto o meno degli effetti sul clima acustico della introduzione di una sorgente di bassa potenza sonora ecc..

Non si effettua l'analisi in frequenza poiché le sorgenti sonore costituite dalle infrastrutture di trasporto stradale, generalmente, non inducono nell'emissione sonora, e quindi anche nell'immissione verso i ricettori, la presenza di toni puri. Soltanto nei casi in cui si ravvisasse la presenza di sorgenti (compressori, ecc..) nella cui rumorosità siano individuabili frequenze dominanti ben definite, sarà effettuata l'analisi spettrale in bande di terzi d'ottava.

#### 7.3.4.2 Parametri meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio saranno rilevati i seguenti parametri meteorologici: temperatura, velocità e direzione del vento, presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche, umidità.

Le misurazioni di tali parametri saranno effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche: velocità del vento > 5 m/s; temperatura dell'aria < 5° C e presenza di pioggia e di neve.

#### 7.3.4.3 Parametri di inquadramento territoriale

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

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

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

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

#### 7.3.4.4 Strumentazione di misura

Per lo svolgimento delle attività di monitoraggio è stato previsto l'utilizzo di strumentazioni fisse rilocabili, strumentazioni portatili e di personale addetto sul posto in continuo.

La strumentazione deve essere conforme agli standard previsti nell'Allegato B del D.P.C.M. 1 marzo 1991 e nel D.M. 16/3/98 per la misura del rumore ambientale; tali standard richiedono:

- strumentazione fonometrica di classe 1 con caratteristiche conformi agli standard EN 60651-1:1994 e EN 60804:1994;
- misurabilità dei livelli massimi con costanti di tempo Slow e Impulse.

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

- misurare i parametri generali di interesse acustico, quali Leq, livelli statistici, SEL;

---

## RELAZIONE MONITORAGGIO AMBIENTALE

- memorizzare i dati per le successive elaborazioni e comunicare con unità di acquisizione e il trattamento dati esterne.

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

- velocità e direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura.

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore (sia con centralina fissa che mobile) e dei dati meteorologici è pertanto composta dai seguenti elementi:

- Analizzatore di precisione real time mono o bicanale o fonometro integratore con preamplificatore microfonico;
- Microfoni per esterni con schermo antivento;
- Calibratore;
- Cavi di prolunga;
- Cavalletti;
- Software di gestione per l'elaborazione dei dati o esportazione su foglio elettronico per la post elaborazione;
- Strumentazione per il rilievo dei parametri meteorologici, con relativo software.

#### Modalità di accettazione e collaudo secondo la normativa vigente.

Il monitoraggio ambientale della componente rumore è stato previsto con una metodica unificata, in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente e del contesto emissivo. La metodologia prevista nel presente progetto è pienamente conforme ai riferimenti normativi nazionali già citati ed agli standard indicati in sede di unificazione nazionale (Norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE/ISO).

Taratura della strumentazione. La strumentazione che verrà utilizzata per i rilievi dei livelli sonori, così come indicato nella normativa vigente, deve essere sottoposta a verifica di taratura in appositi centri specializzati almeno una volta ogni due anni. Il risultato della taratura effettuata deve essere validato da un apposito certificato.

Calibrazione della strumentazione. Per quanto riguarda la calibrazione degli strumenti, si è fatto riferimento alle modalità operative ed alle prescrizioni indicate nel D.M.A. 16/03/1998 in tema di calibrazione degli strumenti di misura. A tale proposito, i fonometri e/o gli analizzatori utilizzati per i rilievi dei livelli sonori dovranno essere calibrati con uno strumento il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro e/o analizzatore stesso.

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

#### **7.3.5 Rilevazioni fonometriche**

Per quanto riguarda l'articolazione temporale delle rilevazioni dei livelli sonori, atti a caratterizzare il clima acustico nell'ambito dei bacini di indagine individuati, si è fatto particolare riferimento alla possibile variabilità stagionale e giornaliera delle condizioni al contorno.

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

- presenza di attività antropiche,
- variabilità stagionale dei flussi veicolari,
- variabilità giornaliera (ciclo settimanale all'interno del periodo stagionale),
- tipologia e contributo energetico delle diverse sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine,
- variazione dei parametri cinematici del flusso veicolare conseguente alle diverse condizioni di traffico ed all'incidenza dei veicoli pesanti,

- variabilità dei parametri meteorologici, con particolare riferimento alla velocità e direzione del vento, alla pioggia, alla neve ed alle diverse condizioni di stabilità atmosferica,
- variabilità delle caratteristiche di impedenza superficiale del terreno e delle perdite di inserzione (insertion loss) indotte dalla presenza nell'area di indagine di schermature costituite da aree boscate, fasce alberate, arbusti e coltivazioni arboree.

Il fattore più significativo fra quelli elencati è sicuramente rappresentato dalla variabilità delle condizioni di traffico veicolare, anche se devono essere comunque rispettate, durante le rilevazioni, le prescrizioni relative agli aspetti meteorologici.

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di standard o di valori limite definiti dalle leggi (nazionali e comunitarie); in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti dal DPCM 1/3/1991 e dal DPCM 14/11/1997 in base alle classi di zonizzazione acustica del territorio.

A tale scopo vengono utilizzate le seguenti tipologie di rilievi sonori:

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

Tipo misura	Descrizione	Durata	Parametri
TV-LM	Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare	Una settimana	Leq Giornaliero Leq Diurno - Leq Notturmo
LF	Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori	24 h	Leq 24 ore Leq Diurno - Leq Notturmo
LC	Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24 h	Leq 24 ore Leq Diurno - Leq Notturmo

*Tipologia di misure acustiche*

Tipo misura	Descrizione	Durata	Fasi		
			A.O.	C.O.	P.O.
Frequenza					
TV-LM	Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare	7 gg	Una volta	-	Una volta
LF	Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori	24 h		Trimestrale	
LC	Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24 h		Trimestrale	

*Frequenza e durata per tipologia di misura acustiche*

### 7.3.5.1 Misure fonometriche in Ante Operam AO

Il monitoraggio della fase ante-operam, la cui durata è pari a 6 mesi, è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'opera di svincolo in progetto;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;

- consentire un agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli interventi di mitigazione previsti nel progetto acustico.

Per quanto concerne i ricettori che costituiscono dei potenziali bersagli dell'inquinamento acustico generato durante la realizzazione dell'opera, la tipologia di misura che verrà eseguita nella fase ante operam è la misura in continuo TV di durata settimanale da eseguirsi nei punti prescelti ubicati in prossimità degli edifici più esposti al rumore generato dalle attività di costruzione e di esercizio.

Il Monitoraggio in continuo TV per 7 gg sarà eseguito mediante elaborazione e restituzione dei dati giornalieri e della time history.

La misura prevede i seguenti parametri acustici:

- andamento temporale del LAeq con tempo di integrazione pari a 10 sec a bande di 1/3 di ottava;
- livelli statici cumulativi L1, L10, L50, L90, L99;
- LAeq sul periodo diurno (06-22) relativo a ciascun giorno di misura;
- LAeq sul periodo notturno (22-06) relativo a ciascun giorno di misura;
- LAeq sul periodo diurno (06-22) relativo all'intera settimana di misura;
- LAeq sul periodo notturno (22-06) relativo all'intera settimana di misura;

La misura in AO ha lo scopo di rendere confrontabile i dati rilevati con il:

- Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori;
- Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere;
- Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere, con l'uso delle nuove piste riallocate all'interno del futuro asse stradale.

ANTE OPERAM					
Punto	Coordinate		Tipologia Misura	N° misure	
				24h	7gg
RUM 01	37°37'31.90"N	13°41'38.50"E	7gg	-	1
RUM 02	37°37'26.08"N	13°41'29.50"E	7gg	-	1
RUM 03	37°37'29.77"N	13°41'10.60"E	7gg	-	1
RUM 04	37°37'16.40"N	13°41'21.09"E	7gg	-	1
RUM 05	37°37'16.65"N	13°41'9.01"E	7gg	-	1
<b>TOTALE</b>				<b>0</b>	<b>5</b>

### 7.3.5.2 Misure fonometriche in Corso d'Opera (CO)

In tale fase, la cui durata è pari a tutta la durata dei lavori, sono svolte misurazioni volte a caratterizzare la rumorosità dei cantieri, delle attività di costruzione lungo il tracciato, compreso il traffico indotto e le attività finali di smantellamento. Il momento più idoneo per l'esecuzione delle misure coincide con le lavorazioni più critiche per il ricettore preso in considerazione.

Le attività di monitoraggio CO consistono in misure LF-LC da 24 h per i punti RUM1, RUM 3 RUM 4 e RUM 5-

Il Monitoraggio in continuo per 24 ore sarà eseguito in punti ubicati in prossimità degli edifici più esposti al rumore generato dalle attività di costruzione, mediante le seguenti attività:

- elaborazione e restituzione dei dati giornalieri e della time history;
- raccolta delle informazioni sulle attività di cantiere;

Per la caratterizzazione del clima acustico dei ricettori limitrofi alle aree di cantiere, il tipo di misura prevede i seguenti parametri acustici:

- andamento temporale del LAeq con tempo di integrazione pari a 1 sec a bande di 1/3 di ottava;
- livelli statici cumulativi L1, L10, L50, L90, L99;

- LAeq sul periodo diurno (06-22);
- LAeq sul periodo notturno (22-06).

CORSO D'OPERA								
Punto	Coordinate		Tipologia Misura	N° misure		Frequenza	Durata mesi	Note
				24h				
RUM 01	37°37'31.90"N	13°41'38.50"E	24h (LF)	10		TRIM	30	-
RUM 02	37°37'26.08"N	13°41'29.50"E	24h (LC)	10		TRIM	30	-
RUM 03	37°37'29.77"N	13°41'10.60"E	24h (LC)	10		TRIM	30	-
RUM 04	37°37'16.40"N	13°41'21.09"E	24h (LF)	10		TRIM	30	-
RUM 05	37°37'16.65"N	13°41'9.01"E	24h (LF)	10		TRIM	30	-
<b>TOTALE</b>				<b>50</b>				

### 7.3.5.3 Misure fonometriche in Post Operam PO

Il monitoraggio della fase post-operam, la cui durata è pari a 6 mesi, è finalizzato a verificare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico successivamente alla chiusura dei cantieri ed all'entrata in esercizio dell'infrastruttura stradale di progetto.

Il Monitoraggio in continuo TV per 7 gg con modalità analoghe a quelle descritte per la fase Ante Operam. La misura in PO ha lo scopo di rendere confrontabile i dati acustici con quelli rilevati nella fasi precedenti.

POST OPERAM					
Punto	Coordinate		Tipologia Misura	N° misure	
				24h	7gg
RUM 01	37°37'31.90"N	13°41'38.50"E	7gg	-	1
RUM 02	37°37'26.08"N	13°41'29.50"E	7gg	-	1
RUM 03	37°37'29.77"N	13°41'10.60"E	7gg	-	1
RUM 04	37°37'16.40"N	13°41'21.09"E	7gg	-	1
RUM 05	37°37'16.65"N	13°41'9.01"E	7gg	-	1
<b>TOTALE</b>				<b>0</b>	<b>5</b>

### 7.3.6 Modalità di gestione delle varianze

I livelli di riferimento da adottare come soglie di "intervento" sono quelli stabiliti dalla legislazione e/o normativa di settore applicabile. In particolare per le fasi AO, CO e PO si prendono in considerazione i limiti di immissione prescritti dal DPR n.142 del 30 marzo 2004, qualora la sorgente inquinante sia il traffico stradale, ovvero i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche secondo il D.P.C.M. del 14.11.98 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" negli altri casi.

Il superamento dei limiti di immissione, attribuibile al contributo delle attività di cantiere, determina la necessità di rivisitare le modalità di esecuzione dell'opera e/o di adottare opportune mitigazioni.

In ogni caso, nel corso dell'esecuzione dei lavori è preferibile, laddove necessario, provvedere alla richiesta al Comune di competenza della deroga del rispetto dei limiti acustici (ai sensi dell'art. 6 punto 1) lett h) della legge 447/1995).

Inoltre per la componente rumore si definiscono "valori di attenzione" quei valori che segnalano la presenza di un potenziale rischio per la salute umana e/o per l'ambiente. Tali valori risultano essere più restrittivi rispetto ai limiti di riferimento indicati nella legislazione applicabile. L'utilizzo dei "valori di attenzione" fornisce il vantaggio di avere sotto controllo anche situazioni non critiche ma che lasciano presupporre un prossimo avvicinamento ai livelli di criticità ed il conseguente superamento dei limiti di legge. Il "valore di attenzione" è pari al relativo limite di legge detratto di 1 dB (ES. se il valore del limite nel periodo diurno è 60 dBA, il relativo "valore di attenzione" nel periodo diurno è 59 dBA).

### 7.3.7 Schede monitoraggio e rapporti periodici

In coerenza con quanto richiesto dalla condizione ambientale n. 1 vengono di seguito specificate le modalità di restituzione degli esiti del monitoraggio ambientale nelle varie fasi.

In particolare, per la componente ambientale atmosfera verrà redatta la seguente documentazione:

#### **Monitoraggio ante operam**

- Schede di monitoraggio in formato grafico e informatico, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati mediante restituzione, memorizzazione e validazione dei dati di misura di tutti i parametri previsti nel PMA
- Relazione di fase, nell'ambito della quale saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato iniziale delle diverse componenti ambientali prima dell'avvio delle attività di cantiere

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

- Schede di monitoraggio in formato grafico e informatico, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati mediante restituzione, memorizzazione e validazione dei dati di misura di tutti i parametri previsti nel PMA
- Restituzione di rapporti periodici **trimestrali** relativi a ciascuna campagna nelle quali saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per le diverse componenti ambientali durante le attività di cantiere ed altresì sarà riportato il confronto tra le misure rilevate ed i valori di norma e, di conseguenza, verranno evidenziati gli eventuali superamenti dei limiti normativi e/o di attenzione dei parametri rilevati e le misure correttive che si fosse reso necessario porre in essere.
- Relazione di fase, nell'ambito della quale saranno illustrati i riferimenti normativi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato iniziale delle diverse componenti ambientali prima dell'avvio delle attività di cantiere

#### **Monitoraggio post operam**

- Schede di monitoraggio in formato grafico e informatico, redatte per ciascuno dei rilievi effettuati mediante restituzione, memorizzazione e validazione dei dati di misura di tutti i parametri previsti nel PMA
- Relazione di fase, nell'ambito della quale saranno illustrati i riferimenti normativi, i metodi, i risultati ed analisi delle rilevazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato finale delle diverse componenti ambientali successivamente al termine dei lavori.

## 8 PAESAGGIO

### 8.1 PREMESSA E OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio della componente Paesaggio ha come finalità la verifica degli effetti dell'opera in progetto su:

- qualità del paesaggio, ossia sulle modificazioni della morfologia, dell'aspetto percettivo, scenico e panoramico, dello skyline naturale e antropico, per effetto del ripristino dei cantieri e dell'opera;
- articolazione e funzionalità ecologica delle modificazioni indotte sul paesaggio in conseguenza degli interventi di ripristino dei cantieri e dell'opera stessa nonché delle opere di sistemazione a verde.

In particolare, si è ritenuto opportuno inserire all'interno di questo Piano di Monitoraggio tale componente, in virtù del fatto che gli studi preliminari hanno evidenziato come il territorio interessato dalla realizzazione dell'opera *de quo* sia stato riconosciuto principalmente nel Livello 3 di tutela, ai sensi dell'art. 20 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesistico Regionale. In queste aree, oltre alla previsione di mitigazione degli impatti dei detrattori visivi individuati alla scala comunale e dei detrattori di maggiore interferenza visiva da sottoporre a studi ed interventi di progettazione paesaggistica ambientale, è esclusa, di norma, ogni edificazione. Il monitoraggio della componente Paesaggio garantirà, dunque, che nelle varie fasi di realizzazione dell'opera ci sia un controllo adeguato del rispetto di queste prescrizioni.

Si farà attenzione alla conservazione dell'identità paesaggistica, concentrando le fasi di monitoraggio nei periodi più idonei al raggiungimento degli obiettivi del PMA.

Al fine del raggiungimento di tali obiettivi, il monitoraggio sarà articolato in 3 periodi: Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam, con indagini differenziate a seconda della fase specifica e di ciò che in essa viene indagato con particolare attenzione.

Le indagini condotte in Ante Operam hanno lo scopo di definire compiutamente la caratterizzazione dello stato dell'area d'indagine prima dell'inizio dei lavori, individuando gli indicatori visivi in grado di consentire il raffronto tra le due fasi del monitoraggio e una valutazione il più possibile oggettiva degli effetti sulla componente.

Durante la fase di Corso d'Opera le indagini saranno finalizzate a verificare che non vengano apportati danni alle risorse naturali ed antropiche di pregio presenti nell'area.

Le indagini condotte in Post Operam avranno il principale scopo di accertare che siano state rispettate le prescrizioni relative all'assetto plano-altimetrico delle singole opere e a rilevare eventuali ulteriori criticità, con particolare attenzione al ripristino delle aree di cantiere al termine dei lavori ed alle opere di mitigazione.

### 8.2 INQUADRAMENTO DEL PAESAGGIO-ANALISI DEGLI IMPATTI

L'analisi degli impatti sul paesaggio dell'area si concentra sostanzialmente sugli aspetti di tipo percettivo.

La progettazione dell'intervento oggetto del presente studio, è stata effettuata in maniera "contestualizzata", non guidata esclusivamente da scelte tecniche o normative, ma anche dalle relazioni con il contesto, il Territorio ed il Paesaggio, ai quali la strada appartiene.

Gli effetti delle opere sul paesaggio sono riconducibili a due tipologie:

- sottrazione e/o alterazione di elementi del paesaggio;
- interferenza e/o alterazione delle visuali.

L'area interessata dalle opere in progetto, ricadente nel territorio provinciale di Agrigento tra i Comuni di San Giovanni Gemini e Cammarata, interessa, in particolare, la valle del Tumarrano in prossimità della confluenza di questo con il fiume Platani.

La morfologia dell'area è prevalentemente collinare, con dorsali debolmente ondulate con linee morbide e una dominanza di paesaggio agrario in prevalenza costituito da aree destinate a colture di tipo

estensivo e sistemi agricoli complessi, interrotte da colture arboree quali gli oliveti. Sono presenti alcune aree boscate costituite da querce caducifoglie.

L'ambiente naturale caratterizzato da vegetazione ripariale è limitato alle sponde fluviali e molto frammentato per la presenza di numerosi coltivi in alveo.

Alle pendici di M.te Cammarata sorge il piccolo comune di Cammarata. Il centro storico realizzato sul versante montuoso conferisce al paese una conformazione particolare e soprattutto la sera sembra un presepe illuminato.

Inoltre, sono presenti alcune aree archeologiche. Le aree a maggiore rischio archeologico sono ubicate immediatamente a sud dello Svincolo, ma tuttavia non risultano interferenti con esso: si tratta, in particolare, di aree di frammenti fittili di epoca romano-imperiale e tardoantica indiziate da ricognizione (P.A. 08, P.A. 09 ubicate sulle due sponde del fiume Platani ( $\geq 120/240$  e  $\geq 65/130$  m dal tracciato), la cui distanza minima dalle opere è di m. 65 (PA 09).

La viabilità è caratterizzata dalla presenza di numerose Strade Provinciali e Regie Trazzere che collegano i due versanti della valle del Platani e caratterizzano il paesaggio con una trama definita.

In generale, il contesto in analisi mantiene il suo principale carattere agricolo ma, nel tempo, numerosi insediamenti produttivi e commerciali hanno in parte snaturato questo paesaggio. Le antiche strutture produttive, come per esempio i mulini ad acqua, sono ridotti a ruderi ed, in alcuni casi (Ex Molino S. Antonio) difficilmente identificabili.

Lungo la S.S. 189 è presente uno dei principali detrattori visivi di questo paesaggio, costituito dalla rampa di immissione sulla Strada Statale in direzione Agrigento. Si tratta di un'opera che dal punto di vista dell'inserimento nel contesto paesaggistico ed ambientale rappresenta un elemento di rottura e di impatto piuttosto eloquente.

La rampa scende con un andamento insolitamente sinuoso e si allunga parallelamente alla Statale tanto da dare la percezione, a chi percorre quest'ultima, di avere a lato un grande muro che chiude la visuale e domina il tratto stradale.

L'intervento progettuale proposto elimina tale ostacolo visivo attraverso la demolizione della rampa e garantisce la connessione tra le vie secondarie e principali attraverso l'inserimento del viadotto, un elemento strutturale molto più snello e consono al contesto di riferimento.

Un altro elemento detrattore è rappresentato dal Centro Commerciale "La Fornace", localizzato in corrispondenza del punto in cui il vallone Tumarrano confluisce nel Platani. Il centro, accessibile dal ponte ad arco esistente, fu ricavato da un ex impianto di laterizi e presenta una superficie interna di oltre 10.000 mq e una superficie esterna di 20.000 mq. Nonostante il tentativo di riqualificazione, che sicuramente ha portato dei benefici economici, questa struttura interrompe il rapporto tra il fondovalle del Platani e i rilievi circostanti.

Tra gli elementi di interesse su cui poggiare le valutazioni a supporto della proposta progettuale, il ponte sul Tumarrano ad archi con pregevole muratura a facciavista, rappresenta l'elemento che più denota il paesaggio, la chiave di volta, il segno forte di cui non si può non tenere conto. Tale segno è stato inserito nel progetto diventando parte integrante dello stesso.

L'opera d'arte principale da realizzare è costituita dal viadotto che sovrappassa la Ferrovia, la S.S. 189 ed il fiume Platani, denominato Viadotto Platani 1. Sulla base dei caratteri paesaggistici dei luoghi, sono state effettuate delle considerazioni sull'aspetto del nuovo viadotto, al fine di raggiungere una coerenza cromatica tra l'opera in progetto e il contesto territoriale nel quale è inserita. L'impiego dell'acciaio per le strutture delle travi consente di adottare cromatismi che contribuiscono ad un efficace inserimento dell'opera. Lo studio delle varie ipotesi ha portato alla scelta del color "sabbia" che armonizza la cromia tra i diversi elementi strutturali, riducendo il contrasto dell'opera con i colori del paesaggio, soprattutto nello scenario "estivo", predominante per la maggior parte dell'anno.

Infine, i corpi delle spalle, realizzati in c.a., saranno rivestiti nei paramenti verticali con pietra locale in modo da enfatizzare la ruralità del contesto.

Rispetto all'intervisibilità fra tracciato e bacino visuale in cui l'opera si inserisce l'intervento di progetto si colloca nel medesimo corridoio infrastrutturale della S.S. 189, in un ambito quindi che, per quanto caratterizzato dalla naturalità del principale corso d'acqua, risulta tuttavia segnato da diversi fattori antropici, alcuni dei quali detrattori (edifici industriali edifici produttivi ed a carattere commerciale). L'opera

d'arte potenzialmente più impattante, ossia il viadotto sul Platani, non risulta visibile dal resto dell'infrastruttura in modo distinto. Inoltre, i tipi di habitat interessati dalla costruzione dell'opera non presentano peculiarità tali da determinare un eccessivo impatto in termini vegetazionali e faunistici.

Per quanto fin qui detto, quindi, nel complesso i lavori in oggetto comporteranno modeste alterazioni del paesaggio ed andranno a contribuire ad una sua riqualificazione ambientale e paesaggistica.

### 8.3 INQUADRAMENTO DELLE OPERE DI MITIGAZIONE PAESAGGISTICA.

Gli interventi di inserimento paesaggistico ambientale prevedono:

- **Demolizione** della rampa, **non a norma**, che attualmente dalla S.P. 26 di Cammarata si immette sulla S.S. 189 in direzione Agrigento, e rimozione della vegetazione aliena infestante.
- Inserimento di **Opere a Verde**.

La **rampa** costituisce un detrattore visivo del paesaggio e quindi la sua demolizione, oltre che aumentare la sicurezza dello svincolo attualmente esistente determina anche un miglioramento della qualità visiva del paesaggio. L'intervento, comprende anche: la **demolizione** dei piloni monchi posti a poca distanza dalla rampa e la **rimozione** definitiva della vegetazione arborea ad Eucalipto, Robinia ed Ailanto (vegetazione aliena) che invade i fianchi della Strada Statale proprio in prossimità della rampa e che costituisce un problema ricorrente poiché richiede frequenti interventi manutentori visto l'accrescimento rapido ed incontrollato di queste specie alloctone.

Le **sistemazioni a verde** previste per la realizzazione del nuovo tracciato perseguono il fine dell'ampliamento ed arricchimento del patrimonio vegetale esistente introducendo elementi di vegetazione in grado di armonizzarsi con il contesto e, contestualmente, garantire un miglior inserimento della struttura nel contesto.

Le tipologie di opere a verde sono identificabili in:

- opere a verde nelle rotatorie e nelle aiuole spartitraffico;
- opere a verde nella scarpata che si recupera dall'eliminazione della rampa laterale di immissione sulla S.S. 189 ed in parte delle aree liberate dalla vegetazione arborea infestante.

#### **Opere a verde nelle rotatorie e nelle aiuole spartitraffico**

La sistemazione è finalizzata a qualificare l'infrastruttura anche dal punto di vista estetico inserendo un arredo vegetale con specie arbustive (*Myrtus communis*, *Artemisia vulgaris*) della macchia mediterranea tale da incrementare i punti di attrazione visiva per i fruitori dell'infrastruttura. Le specie prescelte e lo schema tipologico di impianto garantiscono anche e comunque sulle esigenze di visibilità e di sicurezza necessarie.

#### **Opere a verde nella scarpata**

L'intervento consiste nella predisposizione della copertura erbacea associata all'impianto di specie arbustive. Per l'inerbimento mediante idrosemina si impiegheranno apposite miscele costituite da specie a comportamento pioniero e capacità antierosive. L'inerbimento ha, infatti, una funzione biotecnica, in quanto protegge il terreno dalle erosioni superficiali e dall'insorgere di fenomeni franosi, impedendo, inoltre, il diffondersi di specie infestanti ed invadenti.

Al fine di migliorare l'inserimento paesaggistico delle scarpate, si prevede, in associazione all'inerbimento la messa a dimora di specie arbustive prescelte tra quelle della macchia mediterranea, poiché ecologicamente resistenti e bisognose di pochi interventi di manutenzione. Le specie da utilizzare sono state individuate tra le arbustive di media e grande taglia ed afferenti alle specie della macchia mediterranea: *Rhamnus alaternus* *Pistacia lentiscus* *spartium junceum*.

## 8.4 QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

Il concetto di “paesaggio” e della sua conservazione risale alla Legge n.1497 del 29 giugno 1939 “Protezione delle bellezze naturali”. I principi in essa contenuti sono ripresi nel 1948 dalla Costituzione della Repubblica Italiana, che all’art. 9 recita “La Repubblica ... tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione”.

La prima regolamentazione dello sviluppo del paesaggio si ha, invece, con la Legge 431/85 (Galasso), che introduce l’obbligo per le Regioni di predisporre i Piani urbanistico - territoriali, con specifica considerazione dei valori paesistici ed ambientali.

L’ultima in ordine di tempo e anche la più completa legge sull’argomento, che riunisce tutta la normativa in materia di paesaggio e beni culturali, comprese le due leggi summenzionate, è il D.Lgs. del 22 gennaio 2004, n. 42: "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 della Legge del 6 luglio 2002, n.137". Nella parte terza – beni paesaggistici – di tale Codice, all’art.131 così viene definito il paesaggio: “il territorio espressivo di identità il cui carattere deriva dalla azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni”.

In questa sede, per l’analisi dei dati, si farà riferimento alla normativa di seguito riportata.

### 8.4.1 Normativa Comunitaria

- Convenzione Europea del Paesaggio, sottoscritta dagli Stati membri del Consiglio d’Europa a Firenze il 20/10/2000;
- Modello DPSIR “Determinanti-Pressione-Stato-Impatto-Risposta” proposto dall’Agenzia Europea dell’Ambiente (EEA) (APAT-C.T.N. Natura e Biodiversità, 2004);
- Direttiva 85/37/CEE concernente la valutazione dell’impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati tenendo conto, ai fini della valutazione, anche degli effetti diretti ed indiretti di un progetto sul paesaggio (art. 3);
- Direttiva 92/43/CEE del 21 maggio 1992 modificata – relativa alla conservazione degli elementi del paesaggio.

### 8.4.2 Normativa Nazionale

- D.P.R. 13 febbraio 2017, n.31: Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall’autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata.
- D.Lgs 13 maggio 2011, n.70, convertito dalla L.12 luglio 2011, n.106: Semestre Europeo – Prime disposizioni urgenti per l’economia.
- D.L. 22/01/2004, n. 42: Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 della legge 06/07/2002, n. 137;
- D.L. n.394 del 1991: Legge Quadro sulle aree protette;
- D.L. 24/03/2006, n.157: Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 22/01/2004, n. 42, relativo al paesaggio;
- D.L. 26/03/2008, n.63: Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22/01/, n. 42, relativo al paesaggio;
- Legge 09/01/2006, n.14: Ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio, emanata a Firenze il 20/10/2000.

### 8.4.3 Normativa Regionale

- L.R. 01/10/1977, n.80, “Norme per la tutela, la valorizzazione e l’uso sociale dei beni culturali ed ambientali nel territorio della Regione siciliana;
- Linee guida del piano territoriale paesistico regionale (D.A. n. 6080 del 21/05/1999);
- Decreto dell’Assessorato ai Beni Culturali e Ambientali n. 5820 dell’08/05/2002, che in Sicilia ha recepito i principi della Convenzione Europea del paesaggio, del 20.10.2000.

### 8.4.4 Normativa Tecnica

- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a procedura di VIA.
- Norma UNI11109 “Impatto ambientale - Linee guida per lo studio dell’impatto sul paesaggio nella redazione degli studi d’impatto ambientale”, formulata dall’Ente Nazionale Italiano di

- Unificazione e pubblicata nell'aprile 2004;
- Modello DPSIR "Determinanti-Pressione-Stato-Impatto-Risposta", proposto dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA).

## 8.5 INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI DI MISURA

Secondo quanto previsto dalle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA", la scelta delle aree da monitorare in ciascuna di esse si è basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto evidenziate nelle analisi ambientali, elaborate nelle varie fasi di progetto ed integrate con gli elementi significativi derivati dai sopralluoghi effettuati.

Le aree sono state differenziate in funzione dei criteri di indagine e delle potenzialità di interferenza con la componente ambientale in esame.

I criteri considerati nella loro determinazione sono:

- presenza della sorgente di interferenza;
- presenza di elementi significativi, attuali o previsti, rispetto ai quali è possibile rilevare una modifica delle condizioni di stato dei parametri caratterizzanti.

Le indagini per la componente Paesaggio sono di tipo areale e, pertanto, interessano una fascia significativa di pertinenza dell'intero tracciato. Nonostante ciò, all'interno di tale fascia di pertinenza sono stati scelti alcuni punti che tengono conto delle zone più critiche, in quanto contenenti tutti insieme vari elementi impattati e perciò da sottoporre ad un più approfondito monitoraggio ambientale. La criticità è stata stabilita in base allo studio dei caratteri paesaggistici dell'area in esame.

Nel seguito si riporta l'elenco dei punti individuati come maggiormente sensibili e su cui si concentrerà una maggiore attenzione.

La codifica dei punti è così spiegata:

- PAE - indica la componente Paesaggio
- nn - indica il numero progressivo del punto di monitoraggio

In particolare si sottolinea che:

- Per le aree le cui criticità sono legate alla presenza di punti di vista panoramici verranno monitorati gli impatti percettivi da e verso tali elementi;
- per i viadotti verranno monitorati l'impatto visivo e l'impatto sugli ecosistemi attraversati, oltre che l'efficacia delle opere di mitigazione;
- per le rotatorie e i rami, sono stati scelti come punti sensibili quelli che hanno una maggiore estensione e, quindi, una maggiore invasività sul suolo; per essi si monitorerà l'impatto percettivo dell'opera nel suo complesso sull'area su cui insiste;
- i punti sono stati suddivisi in areali (PAE-01) che racchiudono più elementi e su cui verranno svolte indagini di tipo A e C, e punti singolari (PAE-02, PAE-03), in cui si ravvisano potenziali interferenze dell'opera con risorse specifiche e su cui verranno eseguite indagini di tipo B.

CODICE PUNTO	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	COORDINATE PUNTO O BARICENTRO AREA		TIPO DI MISURA	FASE
PAE_01	AREALE	Area estesa comprendente: rotatoria 01, rotatoria 02, rami 03, 05, 04, 07	37°37'18.97"N	13°41'13.06"E	A, C	AO, PO
PAE_02	PUNTO SINGOLARE	Intersezione del tracciato con fiume Platani	37°37'18.45"N	13°41'17.60"E	B	AO, CO, PO
PAE_03	PUNTO SINGOLARE	Intersezione del tracciato con area boscata	37°37'18.41"N	13°41'13.40"E	B	AO, CO, PO

## 8.6 MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

### 8.6.1 Attività di campo

L'attività in campo sarà realizzata da tecnici specializzati che si recheranno sul posto, percorrendo l'area nella sua interezza e soffermandosi poi sulle aree di monitoraggio sensibili, così come specificate sopra. Propedeuticamente si individueranno le aree di monitoraggio e i punti di ripresa fotografica e quindi si redigeranno schede al cui interno saranno riportate le seguenti informazioni di campo:

- denominazione;
- localizzazione rispetto all'infrastruttura in progetto, mediante indicazione delle progressive;
- la data e l'ora del rilievo,
- nome dell'operatore addetto al rilievo;
- condizioni meteo;
- stralcio cartografico in scala 1:5000 con indicazione dei punti di vista da cui scattare le immagini fotografiche, che rimarranno sostanzialmente gli stessi per tutte le fasi in modo da essere confrontabili; qualora, per cause non prevedibili in questa fase di progetto, il punto di vista fosse inaccessibile, l'operatore di campo provvederà a identificarne uno equivalente che sostituirà il precedente e verrà segnato sullo stralcio, oltre che segnalato nel campo note;

localizzazione geografica: località, comune, provincia, regione, coordinate geografiche individuate con tecnologia GPS, accessibilità al punto di misura.

### 8.6.2 Rilievi fotografici

I rilievi fotografici si eseguiranno applicando la stessa metodologia e le stesse specifiche tecniche durante le tre fasi di monitoraggio, al fine di renderli comparabili. Fondamentale sarà "fissare" i parametri da impostare per la ripresa nel corso delle indagini Ante Operam perché la riproducibilità delle medesime condizioni dello scatto è alla base della confrontabilità con i dati rilevati alle fasi Corso d'Opera e Post Operam.

La strumentazione da utilizzare dovrà essere una reflex con sensore APS-C per un'ottima profondità di campo, ad alta risoluzione (20MP min) e un alto range dinamico, dotata di obiettivo grandangolare 10-18 mm più paraluce, bolla per metterla a livello e cavalletto treppiede con testa a tre vie che garantisca la stabilità e l'eliminazione di micro-vibrazioni.

Inoltre, dovrà essere dotata di GPS per la georeferenziazione dei punti di vista da cui ogni foto verrà scattata, integrato o esterno.

Le immagini fotografiche, oltre a riprendere lo stato dei singoli punti esaminati, sono utili anche al rilevamento e alla segnalazione di condizioni particolari riscontrate lungo l'intero tracciato, quali potrebbero essere da una parte la presenza di detratatori visivi e ambientali, situazioni di degrado ambientale e in cui si abbia un'alterazione in negativo della qualità ecologica oltre che percettiva del contesto, dall'altra l'avanzamento delle opere di mitigazione. Per le riprese dai punti panoramici saranno effettuati scatti in sequenza, messi insieme dalla stessa strumentazione o da software adeguati e seguendo alcuni accorgimenti. In particolare verrà scelta, ove possibile, una posizione elevata, per avere una miglior visuale sull'ambiente da riprendere, evitando che i vari elementi caratterizzanti il soggetto si sovrappongano, generando un'immagine piatta e più difficile da comprendere; verrà studiata l'inquadratura, ruotando la fotocamera attraverso l'intera scena da riprendere; quindi, per quanto possibile, soprattutto perché in prossimità di una strada, si farà attenzione che non vi siano elementi in movimento; inoltre, sarà impostato il bilanciamento del bianco in modalità manuale, scegliendo il settaggio più opportuno in funzione della scena da riprendere, in modo da realizzare tutti gli scatti con lo stesso valore di bilanciamento ed evitare gap cromatici lungo le aree di sovrapposizione dei fotogrammi; inoltre, verrà controllata, per quanto possibile, l'esposizione.

Ogni immagine fotografica sarà georeferenzata, mediante ausilio di adeguati strumenti con tecnologia GPS, al fine di rendere ripetibili gli stessi scatti nelle varie fasi.

Durante le attività in campo, infine, si dedicherà particolare attenzione affinché le condizioni meteo siano favorevoli, per quanto possibile, alla ripresa.

### 8.6.3 Riprese fotografiche dall'alto – tecnologia drone

Al fine di valutare le modifiche alla qualità paesaggistica della aree e il corretto ripristino dei

cantieri, il rilievo delle immagini fotografiche sarà integrato con foto dall'alto.

Tali immagini fotografiche verranno acquisite mediante volo realizzato con un drone (piccolo aereo veicolo senza pilota) dotato di fotocamera digitale orientabile e posizionatore GPS on-board. Le foto interpolate ed appoggiate a terra restituiranno il rilievo tridimensionale dell'asse stradale e delle relative pertinenze per una larghezza della fascia rilevata di 500 m (250 m a destra e 250 m a sinistra rispetto all'asse stradale).

#### 8.6.4 Attività di analisi del paesaggio

Date le caratteristiche quantitative e qualitative delle indagini previste, le attività di monitoraggio Ante Operam avranno inizio almeno prima dell'inizio dei lavori, le indagini del Corso d'Opera si estenderanno per tutta la durata dei lavori con una frequenza semestrale e, infine, quelle di Post Operam verranno eseguite ad ultimazione dei lavori.

Le indagini in Ante Operam e in Post Operam verranno svolte solo una volta per ogni fase di monitoraggio. Partendo dagli obiettivi del monitoraggio e dai parametri dichiarati, il lavoro da eseguire per la componente Paesaggio consiste in quanto segue.

Come meglio specificato nei paragrafi precedenti, il monitoraggio sarà eseguito indagando l'intero territorio interessato dall'infrastruttura, all'interno della quale verranno effettuate tutte le analisi relative alla qualità paesaggistica, a quella percettiva e alla qualità ecologica, con un approfondimento sulle aree di pertinenza delle stazioni di indagine individuate.

Le attività di analisi saranno eseguite a partire dalle immagini fotografiche ad altezza d'uomo, panoramiche e dall'alto e dalle attività di campo.

Quindi, partendo da questi dati si procederà alla rielaborazione che completerà il rilevamento e la restituzione dei parametri come segue. Le carte prodotte saranno tutte in scala 1:5.000, che si ritiene adeguata alla rappresentazione dei parametri richiesti per questa componente.

In sintesi i parametri indagati sono i seguenti:

- Valutazione della qualità percettiva (indagine areale di tipo A)
- Valutazione dell'interferenza opera-risorse naturali ed antropiche (Indagine puntuale di tipo B)
- Rilievo dei caratteri e dati ecologici-ambientali (Indagine areale di tipo C)

#### INDAGINE DI TIPO A

Attività punti di misura del paesaggio	Cadenza	Periodo delle misure
Ricognizione fotografica con foto panoramiche e ad altezza uomo	1 volta	Prima dell'inizio dei lavori ed ad ultimazione dei lavori (AO e PO)
Riprese fotografiche dall'alto	1 volta	Prima dell'inizio dei lavori ed ad ultimazione dei lavori (AO e PO)
Valutazione della qualità percettiva	1 volta	Prima dell'inizio dei lavori ed ad ultimazione dei lavori (AO e PO)

#### INDAGINE DI TIPO B

Attività punti di misura del paesaggio	Cadenza	Periodo delle misure
Ricognizione fotografica con foto panoramiche e ad altezza uomo	semestrale	Durante la realizzazione dell'opera (CO)
Riprese fotografiche dall'alto	semestrale	Durante la realizzazione dell'opera (CO)
Verifica delle interferenze tra l'opera e le risorse naturali presenti	semestrale	Durante la realizzazione dell'opera (CO)

## INDAGINE DI TIPO C

Attività punti di misura del paesaggio	Cadenza	Periodo delle misure
Valutazione della qualità ecologica-ambientale	1 volta	Prima dell'inizio dei lavori ed ad ultimazione dei lavori (AO e PO)

### 8.7 ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DATI

Tutti i dati relativi al monitoraggio del paesaggio saranno rielaborati attraverso degli elaborati così definiti:

#### INDAGINE DI TIPO A

- **Carta del Paesaggio e della intervisibilità** in scala 1:5.000; questa viene realizzata a partire dalle informazioni reperite dagli strumenti urbanistici territoriali relativi al paesaggio e ai beni culturali, incrociate con i dati raccolti mediante rilievo fotografico e mediante drone di cui sopra; in essa sono contenuti: individuazione delle aree/punti sensibili, con visuali e principali elementi del progetto presenti nel campo visivo (opere d'arte, rilevati, trincee, ecc), principali con ottici, intervisibilità paesaggistica opera-contesto, immagini fotografiche significative e rappresentative dell'intera area indagata. Mediante questa carta si rende conto del parametro valutazione della qualità percettiva.

#### INDAGINE DI TIPO B

- **Schede di monitoraggio**, in cui verranno raccolte tutte le informazioni relative ai punti indagati durante il sopralluogo, intersecando tali informazioni con quelle derivanti dalle immagini fotografiche raccolte.

#### INDAGINE DI TIPO C

- **Carta dell'uso del suolo**, in scala 1:5.000; aggiornamento della carta delle classificazioni Corine Land Cover di IV livello con i dati sul consumo di suolo, desunti dal sopralluogo e dalle riprese fotografiche; mediante questa carta si rende conto della valutazione percettiva e della valutazione ecologica.
- **Carta delle gamme cromatiche** prevalenti delle componenti naturali ed antropiche, in scala 1:5.000; questa carta viene redatta partendo dalle foto satellitari, isolando le aree indagate e individuando qualitativamente le cromie presenti in percentuale sul totale dell'area indagata; mediante questa carta si rende conto della valutazione percettiva e della valutazione ecologica.
- **Carta della connettività ecologica** reale e potenziale in scala 1:5.000; questa carta viene redatta a partire dalle carte degli strumenti urbanistici relativi al paesaggio e alla vegetazione reale e potenziale, con individuazione della rete ecologica con i suoi corridoi ecologici e i principali ambienti presenti; ad ogni campagna successiva all'Ante Operam poi, facendo un confronto con le riprese fotografiche, vengono riportate le aree di consumo di questi ambienti e le eventuali criticità sulla rete ecologica; mediante questa carta si rende conto della valutazione ecologica.

**Il Rapporto di campagna** redatto alla fine di ogni campagna riporterà le metodiche e gli esiti del monitoraggio in fase Ante, Corso e Post Operam, con i commenti relativi alle varie carte e ai vari parametri indagati.

## 9 SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

Le attività del Monitoraggio Ambientale producono generalmente un'importante volume di dati ciascuno dei quali risulta corredato delle proprie connotazioni spazio temporali; nel caso del Progetto di Monitoraggio Ambientale dell'opera, stante la sua rilevanza a livello regionale e nazionale, sussiste l'esigenza di gestione di tali dati per un tempo significativamente esteso, in quantità quindi estremamente rilevanti, e con la necessità di fare partecipare alla gestione stessa numerosi attori ciascuno con le proprie specifiche autorità.

La gestione del dato con gli strumenti tradizionali, emissione di soli rapporti di misura e di rapporti informativi periodici, in un caso del genere risulta solo parzialmente efficace per la gestione della informazione "istantanea" (quella riferita ad un limitato arco temporale) ed inefficiente di fatto per la consultazione dei dati, per la gestione della evoluzione dei parametri ambientali, delle rielaborazioni.

Si impone pertanto l'inserimento tra gli strumenti di gestione del Progetto dell'Opera / Intervento di un sistema complesso che consenta la gestione avanzata del dato di Monitoraggio Ambientale: il sistema Web Gis.

Per Sistema Informativo Territoriale si intende l'insieme degli strumenti hardware e software e delle procedure di amministrazione ed utilizzo che consentono, per il tramite di una struttura di risorse specializzate, il complesso delle operazioni di caricamento (upload), registrazione, consultazione, elaborazione, scaricamento (download) e pubblicazione dei dati del Monitoraggio Ambientale e dei documenti ad essi correlati.

La presente relazione costituisce lo sviluppo a livello di Progetto Esecutivo del sistema informatico web gis del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) i cui requisiti e criteri metodologici sono stati definiti in uno con il Progetto definitivo e ora aggiornati con il Progetto Esecutivo.

### 9.1 Obiettivi generali

Il presente documento illustra il progetto per un sistema informatico finalizzato a raggiungere i seguenti obiettivi generali:

- Garantire la diffusione delle informazioni legate al progetto ad alle attività di monitoraggio
- Raccogliere le informazioni progressivamente raccolte sulle aree monitorate
- Disporre di strumenti evoluti per l'analisi dei dati

Il documento illustra, altresì, le modalità operative per l'aggiornamento del patrimonio informativo e per utilizzare gli strumenti di analisi dei dati, oltre che per la divulgazione dei contenuti legati generalmente al progetto e specificatamente correlati ai dati gestiti.

Le informazioni che verranno raccolte riguarderanno misura di parametri riferibili ai seguenti ambiti:

- Rumore
- Atmosfera
- Acque superficiali e sotterranee
- Paesaggio

All'interno del Progetto di Monitoraggio Ambientale il Sistema Informativo Web Gis viene implementato come un vero e proprio strumento di lavoro a supporto della fase attuativa del Monitoraggio e pertanto deve andare a supportare i principali processi di recovery, conoscenza e comunicazione del dato.

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

Cardine dell'architettura del sistema è costituito dal contestuale ricorso ad un'infrastruttura basata su tecnologia G.I.S. ed integrata sulla rete WEB internet.

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

- recovery dei dati in corso di monitoraggio;
- supporto al processo di validazione del dato;
- recovery definitivo dei dati validati al termine di ogni campagna di monitoraggio;
- supporto alla comunicazione del dato al MASE;

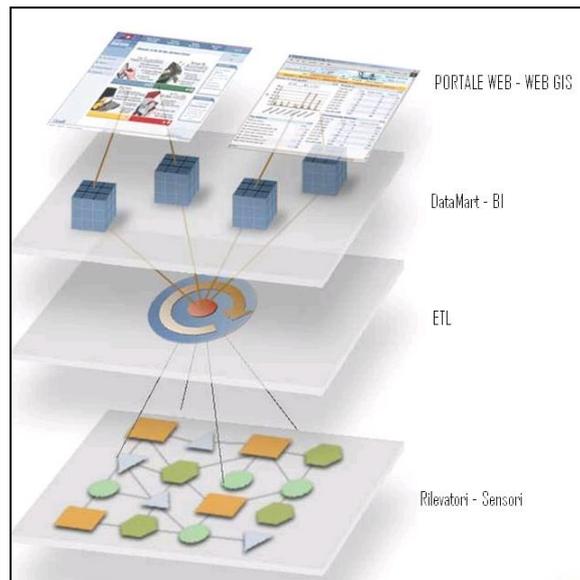
- agevolazione dell'accessibilità del dato per gli Enti istituzionalmente coinvolti nella vigilanza ambientale;
- garanzia dell'accessibilità del dato "real time" ai soggetti titolati / autorizzati;
- supporto alla interpretazione e rielaborazione del dato misurato;
- supporto alla gestione delle azioni correttive sul monitoraggio in corso d'opera;
- supporto alla pubblicazione della informativa ambientale al territorio (comunicazione "non tecnica").

## 9.2 Descrizione del sistema

La soluzione che si intende adottare è un sistema integrato di raccolta, analisi e sintesi di parametri ambientali.

Dal punto di vista tecnologico il sistema si basa sull'integrazione di 4 principali componenti:

- Un portale WEB - per la divulgazione delle informazioni relative al progetto stesso, all'avanzamento delle attività, alla pubblicazione di documenti, alla profilatura degli utenti etc;
- Un portale WebGis - che consente di visualizzare gli strati informativi a disposizione e di integrarli con altre layer pubblici (ortofoto, CTR, viabilità....)
- Processi ETL (Extract, Transform, Load) - ovvero tutto ciò che riguarda i processi di estrazione, trasformazione e caricamento da "n" differenti sistemi in un sistema di sintesi (DATA MART)
- Strumenti di Business Intelligence che soddisfano tutte le esigenze, sia in termini di analisi che di gestione dati, amministrazione e sicurezza



**Figura 1: La soluzione proposta**

Tutte le componenti applicative proposte sono basate su prodotti open-source, quindi non è necessario l'acquisto di alcuna licenza software per l'implementazione del sistema.

Il sistema da implementare è di seguito descritto:

### Fasi della catena di misura

Le fasi del processo sono le medesime rispetto a quelle individuate precedentemente, e cioè:

Fase 1: Gestione del dato di misura

1.a – Rilevazione del dato ambientale

1.b – Imputazione dati

- 1.c – Lettura del dato
  - 1.d – Imputazione dei “rapporti di misura”
  - 1.e – Lettura dei “rapporti di misura”
  - 1.f – Esportazione dei “rapporti di misura”
  - 1.g – Accettazione dei “rapporti di misura”
  - Fase 2 - Gestione dei dati validati
    - 2.a – Lettura dei dati validati
    - 2.b – Esportazione dei dati validati
    - 2.c – Archiviazioni dei dati validati
  - Fase 3 – Gestione dei rapporti periodici
    - 3.a – Redazione ed imputazione dei rapporti
    - 3.b – Lettura dei rapporti
    - 3.c – Esportazione dei rapporti
    - 3.d – Archiviazione dei rapporti
    - 3.e – Controlli sugli inserimenti
  - Fase 4 – Gestione dell’informazione pubblica
    - 4.a – Pubblicazione
- Portale web

Rappresenta lo strumento di lavoro e presenta la duplice finalità di illustrare le informazioni generali sul progetto e offrire l’accesso ai servizi riservati. L’accesso ai servizi/informazioni erogate avviene dalla sezione di front-office ad accesso pubblico o dalla sezione privata (back-office) disponibile attraverso accesso con credenziali riservate.

Il portale verrà realizzato attraverso il sistema di gestione contenuti tipo Joomla CM o analoghi CMS rilasciati in licenza GPL, nella più recente versione stabile disponibile alla data del rilascio. Tale strumento consentirà di gestire e articolare il portale, successivamente al rilascio, con flessibilità e ampia operatività.

La grafica del sito sarà scelta secondo linee grafiche di ultima generazione, rispettando il paradigma responsive la pagina si adatterà alla grandezza del dispositivo di visualizzazione, risultando più agevole da consultare e navigare.

La grafica dovrà avere un’impostazione degli elementi decorativi tale da consentire un accesso rapido ai contenuti, ed una fruibilità pressoché uniforme su tutti i browser attualmente utilizzati.

Verrà quindi garantita la visualizzazione sui dispositivi mobili, mantenendo la coerenza grafica complessiva.

Il portale consentirà di recepire le richieste di registrazione degli utenti, ed inviare newsletter personalizzate secondo i gruppi di appartenenza. Sarà possibile l’inserimento di campi predefiniti, l’adozione di template predefiniti, includere allegati e immagini, organizzare gli utenti in più liste, gestire in modo intelligente la coda di spedizione.

Il modulo potrà consentire agli utenti di ricevere via email informazioni sulle nuove misurazioni caricate e genericamente sui nuovi contenuti disponibili sul portale.

#### Business Intelligence

Rappresenta la componente utile all’analisi e rappresentazione dei dati raccolti. Fornisce strumenti per l’estrazione, la trasformazione ed il caricamento dei dati (ETL) e supporta gli utenti cui è stato attribuito il ruolo di analisi dei dati raccolti. Offre strumenti per la trasformazione e caricamento dei dati (ETL) e la rappresentazione degli stessi, successivamente all’elaborazione statistica, secondo le necessità di rappresentazione prescelte (grafici, fogli elettronici, etc).

Il sistema di BI tipo Knowage comprenderà le seguenti funzioni:

- Report, per la rappresentazione dei dati strutturati
- Analisi OLAP, per navigare attraverso i dati
- Grafici, per una rappresentazione semplice ed intuitiva delle informazioni
- Dashboard in tempo reale, per il monitoraggio dei KPI (Key Performance Indicators)

- Statistiche geo-referenziate, per la rappresentazione geografica dei dati
- Cockpit, per la realizzazione di cruscotti strutturati ed interattivi
- Interrogazione libera dei dati (QbE), per comporre liberamente le proprie interrogazioni e generare template di reportistica
- Data mining, per scoprire informazioni nascoste
- Documenti Office, per la pubblicazione di documenti Office sotto il controllo del modello comportamentale
- Dossier Analitici, per raccogliere documenti e le relative note inserite dall'utente
- Report accessibili
- Console Real-time, a supporto del monitoraggio applicativo
- Smart Filter, per la selezione guidata dei dati
- Processi ETL (Extract Transform Load), per la raccolta dei dati da eventuali diverse sorgenti

### Statistiche

La soluzione consentirà di disporre di statistiche di accesso alle pagine pubbliche del sito, in modo da recuperare informazioni quali:

- browser unici
- pagine viste
- visite
- tempo medio per pagina
- durata della visita
- 

### Protezione dei dati

Verrà adottata una strategia di protezione e delle politiche di sicurezza anti-intrusione, attraverso alcune componenti quali:

- Web application firewall, per proteggere il sistema dalle più comuni strategie di attacco
- Automatically Block Repeat Offenders, per inibire temporaneamente l'accesso agli IP da cui si siano verificate più modalità di attacco in un ristretto intervallo di tempo (15 minuti)
- Blacklist incorrigible offenders, per bloccare definitivamente l'accesso agli IP da cui sono intervenuti più attacchi
- Collegamento al servizio Project Honey Pot, per verificare eventuali accessi provenienti da IP non sicuri, contribuendo oltretutto al mantenimento del database
- Redazione del file .htaccess secondo le più appropriate strategie di hardening del sito
- Log degli accessi degli amministratori, inoltrato alla casella di posta elettronica del gestore del sistema

## 10 TABELLE RIEPILOGATIVE

ACQUE SUPERFICIALI										
PUNTO	COORDINATE			OPERA DI RIFERIMENTO [UBICAZIONE]	AO		CO		PO	
					FREQ.	INDAGINE	FREQ.	INDAGINE	FREQ.	INDAGINE
					TRIM		TRIM		TRIM	
ISU 01	M	37°37'33.15"N	13°41'27.34"E	A monte dell'intervento (altezza del centro commerciale)	2	Analisi chimico fisiche, analisi biologiche Star_Icmi	10	Analisi chimico fisiche, analisi biologiche macrobentos	A monte dell'intervento (altezza del centro commerciale)	4
ISU 02	V	37°37'7.27"N	13°41'8.96"E	A valle dell'intervento (verso Agrigento)	2		10		A valle dell'intervento (verso Agrigento)	4
<b>TOTALE</b>					<b>4</b>		<b>20</b>			<b>8</b>

ATMOSFERA										
Punto	Coordinate	AO			CO			PO		
		Tipologia indagine	Periodicità	N. Misure	Tipologia indagine	Periodicità	N. Misure	Tipologia indagine	Periodicità	N. Misure
ATM 01	37°37'16.65"N 13°41'9.01"E	Campagna 4 sett: inquinanti gassosi principali - PM10, PM2.5, parametri meteo	2 volte in 6 mesi	2	Campagna 4 sett: PM10, PM 2.5, IPA (benzo(a)pirene, parametri meteo	Semestrale	5	Campagna 4 sett: inq. Gassosi principali - PM10, PM2.5, parametri meteo	2 volte in un anno	2
ATM 02	37°37'29.67"N 13°41'10.46"E	Campagna 4 sett: inquinanti gassosi principali - PM10, PM2.5, parametri meteo	2 volte in 6 mesi	2	Campagna 4 sett: PM10, PM 2.5, IPA (benzo(a)pirene, parametri meteo	Semestrale	5	Campagna 4 sett: inq. Gassosi principali - PM10, PM2.5, parametri meteo	2 volte in un anno	2
ATM 03	37°37'36.73"N 13°41'35.23"E	Campagna 4 sett: inquinanti gassosi principali - PM10, PM2.5, parametri meteo	2 volte in 6 mesi	2	Campagna 4 sett: PM10, PM 2.5, IPA (benzo(a)pirene, parametri meteo	Semestrale	5	Campagna 4 sett: inq. Gassosi principali - PM10, PM2.5, parametri meteo	2 volte in un anno	2
<b>TOTALE</b>				<b>6</b>			<b>15</b>			<b>6</b>

RUMORE										
PUNTO	COORDINATE		AO			CO		PO		
			TIPOLOGIA MISURA	N° MISURE		TIPOLOGIA MISURA	N° MISURE 24H	TIPOLOGIA MISURA	N° MISURE	
				24H	7GG				24H	7GG
RUM 01	37°37'31.90"N	13°41'38.50"E	7gg	-	1	24h (LF)	10	7gg	-	1
RUM 02	37°37'26.08"N	13°41'29.50"E	7gg	-	1	24h (LC)	10	7gg	-	1
RUM 03	37°37'29.77"N	13°41'10.60"E	7gg	-	1	24h (LC)	10	7gg	-	1
RUM 04	37°37'16.40"N	13°41'21.09"E	7gg	-	1	24h (LF)	10	7gg	-	1
RUM 05	37°37'16.65"N	13°41'9.01"E	7gg	-	1	24h (LF)	10	7gg	-	1
<b>TOTALE</b>				0	5		50		0	5

PAESAGGIO													
PUNTO	COORDINATE		RIFERIMENTO	FASE									
				AO			CO			PO			
				NUMERO MISURE			NUMERO MISURE			NUMERO MISURE			
				A	B	C	A	B	C	A	B	C	
PAE_01	37°37'18.97"N	13°41'13.06"E	Area estesa comprendente: rotatoria 01, rotatoria 02, rami 03, 05, 04, 07	1		1				1			1
PAE_02	37°37'18.45"N	13°41'17.60"E	Intersezione del tracciato con fiume Platani		1			5				1	
PAE_03	37°37'18.41"N	13°41'13.40"E	Intersezione del tracciato con area boscata		1			5				1	
<b>TOTALE</b>				<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>10</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

## 11 SCHEDE DI MONITORAGGIO TIPO

### 11.1 SCHEDA DI MISURA TIPO – COMPONENTE AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

<b>IDENTIFICATIVO PUNTO</b>		
<b>CORPO IDRICO</b>		
<b>POSIZIONE</b>		
<b>COMUNE</b>		
<b>COORDINATE</b>		
<b>GEOGRAFICHE</b>		
<b>UTM32 WGS84</b>		
<b>CARATTERISTICHE DEL SITO</b>		
<b>DATA CAMPIONAMENTO</b>		

<b>STRALCIO CARTOGRAFICO</b>
<p>Stralcio planimetrico Con ubicazione dei punti di vista fotografici</p>

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Stralcio planimetrico  
Con ubicazione dei punti di vista fotografici

### ANALISI PARAMETRI IN SITU

TEMPERATURA ACQUA	°C	
OSSIGENO DOSCIOLTO	mg/l	
OSSIGENO DOSCIOLTO	% saturazione	
CONDUCIBILITA'	µS/cm	
PH	-	
POTENZIALE REDOX	mV	

### NOTE

**11.2 SCHEDA DI MISURA TIPO – COMPONENTE RUMORE**

<b>CODICE RICETTORE</b>		<b>COORDINATE</b>	
-----------------------------	--	-------------------	--

LOCALIZZAZIONE			
<b>REGIONE</b>		<b>PROVINCIA</b>	
<b>COMUNE</b>	Caltagirone		<b>CONTRADA</b>
<b>ZONIZZAZIONE ACUSTICA</b>	SI <input type="checkbox"/>	CLASSE:	<b>LIMITI ACUSTICI APPLICABILI (dBA)</b>
	NO <input type="checkbox"/>		

STRALCIO PLANIMETRICO/ORTOFOTO

## STRALCIO CARTOGRAFICO

**RTI di  
progettazione:**

**Mandataria**



Servizi integrati di ingegneria - Progettazioni  
Computer Aided Design - Drafting  
Sviluppo soluzioni software - hardware - dedicato

**Mandanti**



ING. ANDREA  
MILANO

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

### CARATTERISTICHE FISICHE RICETTORE

EDIFICIO ISOLATO	<input type="checkbox"/>	NUCLEO EDIFICATO	<input type="checkbox"/>	
NUMERO DI PIANI		ALTEZZA (m)		
STATO DI CONSERVAZIONE	NON AGIBILE	<input type="checkbox"/>	MEDIO	<input type="checkbox"/>
	SCADENTE	<input type="checkbox"/>	BUONO	<input type="checkbox"/>
ORIENTAMENTO RISPETTO ALLA SORGENTE	PARALLELO		<input type="checkbox"/>	
	RUOTATO		<input type="checkbox"/>	
	PERPENDICOLARE		<input type="checkbox"/>	
N° FRONTI ESPOSTI				
N° INFISSI PER FRONTE ESPOSTO				
TIPOLOGIA INFISSI	METALO	<input type="checkbox"/>	LEGNO	<input type="checkbox"/>
	VETRO	<input type="checkbox"/>	PVC	<input type="checkbox"/>

### DESTINAZIONE D'USO RICETTORE

RESIDENZIALE	<input type="checkbox"/>	COMMERCIALE	<input type="checkbox"/>
ARTIGIANALE	<input type="checkbox"/>	INDUSTRIALE	<input type="checkbox"/>
SCUOLE, ASILI	<input type="checkbox"/>	OSPEDALI, CASE DI RIPOSO	<input type="checkbox"/>
CHIESE, LUOGHI DI CULTO	<input type="checkbox"/>	ABITAZIONE RURALE	<input type="checkbox"/>
RUDERE VV	<input type="checkbox"/>	ALTRO	<input type="checkbox"/>
ABITATO	<input type="checkbox"/>	NON ABITATO	<input type="checkbox"/>

CARATTERISTICHE SORGENTE PRINCIPALE							
TIPOLOGIA	AUTOSTRADA	<input type="checkbox"/>	STRADA STATALE	<input type="checkbox"/>	STRADA REGIONALE	<input type="checkbox"/>	STRADA ALTRO
	STRADA PROVINCIALE	<input type="checkbox"/>		STRADA COMUNALE		<input type="checkbox"/>	
LARGHEZZA (m)	SENSI DI MARCIA		N° DI CORSIE PER SENSO DI MARCIA				
MORFOLOGIA	RETTILINEO	<input type="checkbox"/>	CURVA	<input type="checkbox"/>	PIANEGGIANTE	<input type="checkbox"/>	SEMAFORI
	IN PENDENZA	<input type="checkbox"/>		INCROCI		<input type="checkbox"/>	
MANTO STRADALE	ASFALTO	<input type="checkbox"/>	STATO DEL MANTO STRADALE			SCADENTE	<input type="checkbox"/>
	LASTRICATO	<input type="checkbox"/>				MEDIOCRE	<input type="checkbox"/>
	STERRATO	<input type="checkbox"/>				BUONO	<input type="checkbox"/>
TIPO DI TRAFFICO	LEGGERO	<input type="checkbox"/>	FLUSSO DI TRAFFICO			SCORREVOLE	<input type="checkbox"/>
	MEDIO	<input type="checkbox"/>				PULSANTE	<input type="checkbox"/>
	PESANTE	<input type="checkbox"/>				A BLOCCHI	<input type="checkbox"/>
TIPOLOGIA AREA TRA SORGENTE E RICETTORE	SOTTOBOSCO	<input type="checkbox"/>	DESCRIZIONE AREA TRA SORGENTE E RICETTORE	GIARDINO/AREA VERDE	<input type="checkbox"/>	STRADA/PASSAGGIO	<input type="checkbox"/>
	TERRENO/CAMPO	<input type="checkbox"/>		PARCHEGGIO	<input type="checkbox"/>	PIAZZALE/DEPOSITO	<input type="checkbox"/>
	SUOLO RIFLETTEnte	<input type="checkbox"/>		TERRENO LIBERO/ INCOLTO	<input type="checkbox"/>	AREE PRODUTTIVE	<input type="checkbox"/>
						NUCLEI EDIFICATI	<input type="checkbox"/>
DISTANZA RICETTORE DAL CIGLIO (m)			PROGR. (KM)				

ULTERIORI SORGENTI E RELATIVA DISTANZA DAL RICETTORE					
STRADA PUBBLICA <input type="checkbox"/>	m:	AEROPORTO <input type="checkbox"/>	m:	PARCHEGGIO <input type="checkbox"/>	m:
STRADA PRIVATA <input type="checkbox"/>	m:	CANTIERE <input type="checkbox"/>	m:	AREA DI SOSTA <input type="checkbox"/>	m:
INDUSTRIA <input type="checkbox"/>	m:	LINEA FERROVIARIA <input type="checkbox"/>	m:	ALTRO <input type="checkbox"/>	m:

TIME HISTORY									
LIVELLI EQUIVALENTI ED INDICI STATISTICI GIORNALIERI									
Giorno	Periodo	Leq (dBA)	Lmin (dBA)	Lmax (dBA)	L <sub>5</sub> (dBA)	L <sub>10</sub> (dBA)	L <sub>50</sub> (dBA)	L <sub>90</sub> (dBA)	L <sub>95</sub> (dBA)
	06.00 – 22.00								
	22.00 – 06.00								
	06.00 – 22.00								
	22.00 – 06.00								
	06.00 – 22.00								
	22.00 – 06.00								
	06.00 – 22.00								
	22.00 – 06.00								
	06.00 – 22.00								
	22.00 – 06.00								
	06.00 – 22.00								
	22.00 – 06.00								
	06.00 – 22.00								
	22.00 – 06.00								



TABELLA DI SINTESI DELLE CONDIZIONI METEO				
Data	Ora	Vento [m/s]	Direzione	Pioggia [mm]

RIEPILOGO			
Livello equivalente periodo diurno [dB(A):		Limite diurno [dB(A)]	
Livello equivalente periodo notturno [dB(A):		Limite notturno [dB(A)]	

Tecnico Competente	
<i>Firma</i>	

NOTE

### 11.3 SCHEDE DI MISURA TIPO – COMPONENTE ATMOSFERA

<b>SCHEDE DI MONITORAGGIO ATMOSFERA</b>	
<b>CODICE PUNTO MISURA:</b>	
<b>PROGR. (KM):</b>	
<b>DENOMINAZIONE:</b>	
<b>FASE DI MONITORAGGIO:</b>	
<b>DATA:</b>	
<b>LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA</b>	
Comune:	
Provincia:	
Regione	
Località:	
Coordinate:	
<b>CARATTERISTICA DELL'INFRASTRUTTURA</b>	
TIPOLOGIA DI OPERA:	
<input type="checkbox"/> RILEVATO <input type="checkbox"/> TRINCEA <input type="checkbox"/> RASO <input type="checkbox"/> VIADOTTO <input type="checkbox"/> GALLERIA NATURALE <input type="checkbox"/> GALLERIA ARTIFICIALE	
<input type="checkbox"/> CANTIERE OPERATIVO <input type="checkbox"/> CAMPO BASE	
<b>CARATTERISTICA DEL PUNTO DI MONITORAGGIO</b>	
DISTANZA DAL TRACCIATO: ...M	
POSIZIONE RISPETTO ALL'ASSE DEL TRACCIATO:    EST <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/>	
A CAVALLO <input type="checkbox"/>	
ALTEZZA DEL RICETTORE	DISTANZA DAL PUNTO ..... M
M	
<b>ORIENTAMENTO DELLA FACCIATA INTERESSATA DALLA MISURA RISPETTO ALLA STRADA</b>	
<input type="checkbox"/>	parallelo
<input type="checkbox"/>	ruotato
<b>Tipologia</b>	
<input type="checkbox"/>	scuola
<input type="checkbox"/>	ospedale
<input type="checkbox"/>	residenziale isolato
<input type="checkbox"/>	residenziale agglomerato
<input type="checkbox"/>	pertinenza FS
<input type="checkbox"/>	rudere/assimilabile
<input type="checkbox"/>	edificio storico/area pregio naturale

**PRINCIPALI SORGENTI INQUINANTI**  
(viene indicata la distanza dal ricettore)

<input type="checkbox"/>	linea ferroviaria	m:	<input type="checkbox"/>	strada vicinale	m:
<input type="checkbox"/>	industrie	m:	<input type="checkbox"/>	infrastrutture aeroportuali	m:
<input type="checkbox"/>	cantieri	m:	<input type="checkbox"/>	fermata mezzi pubblici (autobus)	m:
<input type="checkbox"/>	parcheggio	m:	<input type="checkbox"/>	fermata mezzi pubblici (filobus)	m:

**POSIZIONE DEL PUNTO DI MISURAZIONE RISPETTO AL RICETTORE**

<input type="checkbox"/>	fronte	m:	<input type="checkbox"/>	lato sinistro	m:
<input type="checkbox"/>	Lato destro	m:			

**POSIZIONE DELLA TORRETTA DI CAMPIONAMENTO**

Altezza sul piano della strada	m:			
Descrizione				
<input type="checkbox"/>	cantieri	m:	<input type="checkbox"/>	fermata mezzi pubblici (autobus) m:
<input type="checkbox"/>	parcheggio	m:	<input type="checkbox"/>	fermata mezzi pubblici (filobus) m:

**CARATTERISTICHE DEL TRAFFICO SULLA STRADA PIÙ VICINA**

<input type="checkbox"/>	leggero	<input type="checkbox"/>	scorrevole
<input type="checkbox"/>	medio	<input type="checkbox"/>	pulsante
<input type="checkbox"/>	pesante	<input type="checkbox"/>	a blocchi temporanei

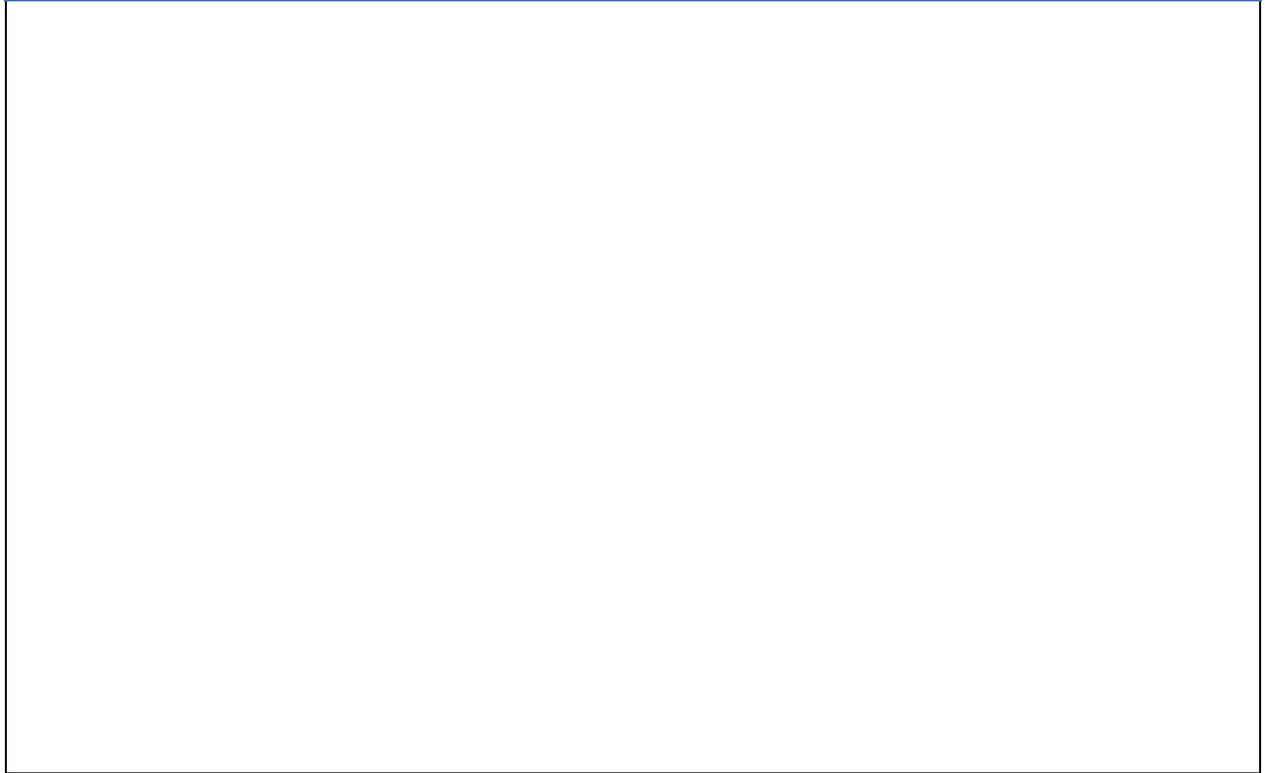
STRUMENTAZIONE DI MISURA	
TIPO	
RESPONSABILE MISURE :	
TECNICO RILEVATORE :	
ANNOTAZIONI	
CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE IL PUNTO DI MISURA:	
NOTE ALLE MISURAZIONI:	

**STRALCIO CARTOGRAFICO**

Stralcio planimetrico  
Con ubicazione dei punti di vista fotografici

**ORTOFOTO – SCALA 1:10.000**

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



**ELABORAZIONI GRAFICHE PARAMETRI METEOCLIMATICI**



#### 11.4 SCHEDA DI MISURA TIPO – COMPONENTE PAESAGGIO

<b>CODICE PUNTO MISURA:</b>	
<b>AMBITO DI RIFERIMENTO</b>	
<b>DENOMINAZIONE</b>	
<b>TECNICI RILEVATORI</b>	

LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	
<b>LOCALITA'</b>	
<b>COMUNE</b>	
<b>PROVINCIA</b>	
<b>REGIONE</b>	
<b>COORDINATE GEOGRAFICHE:</b>	
<b>ESTENSIONE (MQ)</b>	<b>INTERVALLO PLANOALTIMETRICO</b>
	<input type="checkbox"/> 0-100 M S.L.M. <input type="checkbox"/> 100-200 M S.L.M. <input type="checkbox"/> 200-300 M S.L.M. <input type="checkbox"/> 300-400 M S.L.M. <input type="checkbox"/> 400-500 M S.L.M. <input type="checkbox"/> 500-600 M S.L.M. <input type="checkbox"/> 600-700 M S.L.M. <input type="checkbox"/> 700-800 M S.L.M.

CARATTERISTICA DELL'INFRASTRUTTURA	
<b>TIPOLOGIA DI OPERA</b>	<input type="checkbox"/> RILEVATO <input type="checkbox"/> TRINCEA <input type="checkbox"/> RASO <input type="checkbox"/> VIADOTTO <input type="checkbox"/> GALLERIA NATURALE <input type="checkbox"/> GALLERIA ARTIFICIALE

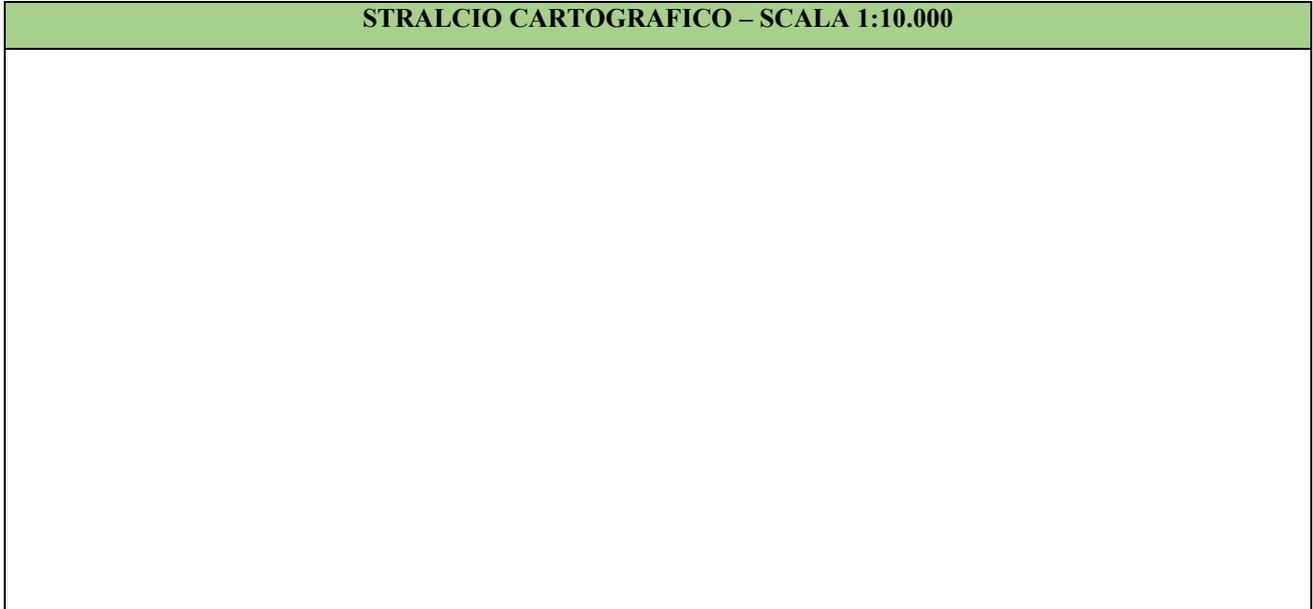
CARATTERISTICA DEL PUNTO DI MONITORAGGIO	
<b>DISTANZA DAL TRACCIATO</b>	0M
<b>POSIZIONE RISPETTO ALL'ASSE DEL TRACCIATO</b>	EST <input type="checkbox"/> OVEST <input type="checkbox"/> NORD <input type="checkbox"/> SUD <input type="checkbox"/> A CAVALLO <input type="checkbox"/>

GRADO DI INTRUSIONE SUL PAESAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA DI STUDIO	
<input type="checkbox"/> GRADO DI INTRUSIONE MEDIO	<input type="checkbox"/> GRADO DI INTRUSIONE ALTO

**PRESENZA DI ELEMENTI DI PREGIO NELL'AREA**

MANUFATTI STORICO- ARCHEOLOGICI: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	CORSI D'ACQUA PRINCIPALI: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
ELEMENTI VEGETAZIONALI DI PREGIO: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	CORSI D'ACQUA SECONDARI: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

**STRALCIO CARTOGRAFICO – SCALA 1:10.000**



**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

FOTO 1	FASE ANTE OPERAM
COORDINATE PUNTO DI VISTA	
FOTO 2	FASE ANTE OPERAM
COORDINATE PUNTO DI VISTA	

--

**NOTE**

--

**RTI di  
progettazione:**

**Mandataria**



**Mandanti**



ING. ANDREA  
MILANO