



## CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001  
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## PROGETTO DEFINITIVO E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ATI:  
TECHNITAL s.p.a. (mandataria)  
S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.  
DELTA Ingegneria s.r.l.  
INFRATEC s.r.l Consulting Engineering  
PROGIN s.p.a.

### I RESPONSABILI DI PROGETTO

*Dott. Ing. M. Raccosta*  
Ordine Ing. Verona n° A1665  
*Prof. Ing. A. Bevilacqua*  
Ordine Ing. Palermo n° 4058  
*Dott. Ing. M. Carlino*  
Ordine Ing. Agrigento n° A628  
*Dott. Ing. N. Troccoli*  
Ordine Ing. Potenza n° 836  
*Dott. Ing. S. Esposito*  
Ordine Ing. Roma n° 20837

### IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

*Dott. Ing. N. D'Alessandro*  
Ordine Ing. Agrigento n° A995

VISTO:IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Massimiliano Fidenzi*

VISTO:IL RESPONSABILE DEL  
SERVIZIO PROGETTAZIONE

*Dott. Ing. Antonio Valente*

DATA

PROTOCOLLO

P.M.A.

Acque sotterranee e superficiali

Relazione

CODICE PROGETTO

L0407B D 0501

NOME FILE

PM02\_AMB\_RE01.DOC

REVISIONE

FOGLIO

SCALA:

CODICE  
ELAB.

PM02AMBRE01

B

di

D

C

B

REVISIONE a seguito istruttoria ANAS 19/03/07

Aprile 2007

A. De Leo

F. Arciuli

C. Marro

A

EMISSIONE

Ottobre 2006

A. De Leo

F. Arciuli

C. Marro

REV.

DESCRIZIONE

DATA

VERIFICATO  
RESP. TECNICO

CONTROLLATO  
RESP. D'ITINERARIO

APPROVATO  
RESP. DI SETTORE

**INDICE**

<b>1.</b>	<b>ACQUE SUPERFICIALI .....</b>	<b>4</b>
1.1.	Premessa.....	4
1.2.	Riferimenti normativi .....	5
1.3.	Monitoraggio ante operam .....	6
1.3.1.	Finalità del monitoraggio AO.....	6
1.3.2.	Parametri da determinare AO .....	6
1.3.3.	Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO.....	8
1.4.	Monitoraggio in Corso d'Opera .....	9
1.4.1.	Finalità del monitoraggio CO.....	9
1.4.2.	Parametri da determinare CO .....	9
1.4.2.1.	Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO .....	9
1.5.	Monitoraggio Post Operam .....	10
1.5.1.	Finalità del monitoraggio PO.....	10
1.5.2.	Parametri da determinare PO .....	10
1.5.3.	Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO.....	10
1.6.	Metodologie di rilevamento e campionamento .....	10
1.6.1.	Misure idrologiche e in situ.....	10
1.6.2.	Prelievo campioni per analisi di laboratorio .....	14
1.6.2.1.	Campionamento .....	14
1.6.2.2.	Etichettatura dei contenitori .....	14
1.6.2.3.	Conservazione e spedizione.....	14
1.6.2.4.	Metodologie di esecuzione delle analisi.....	14
1.7.	Programma di monitoraggio.....	18
1.7.1.	Definizione dei punti di monitoraggio .....	18
1.7.2.	Documentazione di sintesi del monitoraggio .....	19
1.8.	PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO .....	20
<b>2.</b>	<b>ACQUE SOTTERRANEE .....</b>	<b>24</b>
2.1.1.	Premessa .....	24
2.2.	Riferimenti normativi .....	26
2.3.	Monitoraggio ante operam .....	27
2.3.1.	Finalità del monitoraggio AO.....	27
2.3.2.	Parametri da determinare AO .....	27
2.3.3.	Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO.....	31
2.4.	Monitoraggio in Corso d'Opera .....	31
2.4.1.	Finalità del monitoraggio CO.....	31
2.4.2.	Parametri da determinare CO .....	31
2.4.3.	Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO .....	31
2.5.	Monitoraggio Post Operam .....	32
2.5.1.	Finalità del monitoraggio PO.....	32
2.5.2.	Parametri da determinare PO .....	32
2.5.3.	Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO.....	32
2.6.	Metodologie di rilevamento e campionamento .....	33
2.6.1.	Misure in situ.....	33
2.6.2.	Prelievo campioni per analisi di laboratorio .....	33

2.6.3.	Campionamento .....	33
2.6.4.	Etichettatura dei contenitori.....	34
2.6.5.	Conservazione e spedizione .....	34
2.6.6.	Metodologie di esecuzione delle analisi .....	34
2.7.	Programma di monitoraggio per la componente acque sotterranee .....	37
2.7.1.	Definizione dei punti di monitoraggio .....	37
2.8.	Documentazione di sintesi del monitoraggio .....	39
2.9.	PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO .....	40

## 1. ACQUE SUPERFICIALI

### 1.1. Premessa

Il monitoraggio delle acque superficiali ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono sui corpi idrici, in tutti i loro aspetti, risalendone alle cause. Ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili alla realizzazione dell'opera e per ricercare i correttivi che meglio possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico preesistente.

Il programma di monitoraggio ambientale per le acque superficiali interessa i diversi corsi d'acqua tra cui il principale Fiume Salso.

La scelta di tali corsi d'acqua si è resa necessaria a causa della loro vicinanza ai cantieri e a causa dei possibili impatti che potranno derivare dalla realizzazione delle opere d'arte come ad esempio i viadotti.

A causa dell'impossibilità di verificare la presenza nelle aree cantiere di impianti di scarico collegati alla rete fognaria comunale, è stato scelto di monitorare tutti i corsi d'acqua che potenzialmente potrebbero ricevere gli scarichi stessi. In possesso di maggiori informazioni a riguardo, potranno essere eliminati alcuni corpi idrici dal monitoraggio delle acque superficiali (nel caso in cui gli scarichi dei cantieri vengano convogliati nell'impianto fognario comunale e comunque non nel corso d'acqua).

I corpi idrici monitorati presentano un prevalente carattere torrentizio e sono fortemente influenzati dalla pluviometria stagionale. Le portate sono infatti modeste o pressochè nulle per gran parte dell'anno, mentre episodi di piena si verificano in occasione di eventi metereologici intensi durante il periodo invernale. Pertanto i corsi d'acqua in questione, con l'eccezione del Fiume Salso, saranno monitorati durante il periodo invernale e comunque in presenza di acqua corrente. Per il Fiume Salso è invece previsto il monitoraggio durante tutto l'anno a causa della continua presenza di acqua nel corpo idrico in questione.

Gli impatti prevedibili a spese dell'ambiente idrico superficiale possono essere riassunti di seguito:

- la modifica del regime idrologico;
- l'inquinamento delle acque;
- il consumo di risorse idriche.

Da ciò scaturisce la scelta dei punti da monitorare e delle tecniche da adottare, essendo i punti e le tecniche vincolati all'area d'interesse dell'opera ed allo scopo del monitoraggio.

Il monitoraggio verrà eseguito in 3 fasi:

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

Per tutti i punti sono previste attività di controllo mediante il campionamento e l’analisi di laboratorio dell’acqua del corpo idrico.

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

## 1.2. Riferimenti normativi

Per quanto riguarda le norme cui far riferimento per l’esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare, le grandezze da misurare, ecc., sono elencati i seguenti documenti:

D.Lgs. n. 27 del 2.02.2002 – “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 02.02.2001, n.31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.

D.Lgs. n. 31 del 02.02.2001 – “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.

D.Lgs. n. 258 del 18.08.2000 – “Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11.05.1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall’inquinamento, a norma dell’articolo 1, comma 4, della legge 24.04.1998, n. 128”.

DM n. 471 del 25.10.1999 – “Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell’articolo 17 del decreto legislativo 5.02.1997, n.22, e successive modificazioni e integrazioni

D.Lgs n. 152 del 11.05.1999 – “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE”.

L.N. n.36 del 5.01.1994 – “Disposizioni in materia di risorse idriche” (Legge Galli).

DL 25.01.1992 n.130: “Attuazione della direttiva CEE n. 78/659 sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci”;

Decreto 15.02.1983 “Disposizioni relative ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate all’approvvigionamento potabile”;

DPR 8.06.1982 n.470: “Attuazione della Direttiva CEE n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione”.

### 1.3. Monitoraggio ante operam

#### 1.3.1. Finalità del monitoraggio AO

Il Monitoraggio AO delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche del corso d'acqua, in termini quantitativi e qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dall'opera in progetto. Il monitoraggio dovrà rilevare la variabilità nel tempo di tali caratteristiche (variazioni legate alle condizioni stagionali) basandosi, quando possibile, su una serie di dati sufficientemente lunga da coprire in maniera soddisfacente il campo di variabilità del corso d'acqua; in alternativa (nel caso di limitata quantità di dati disponibili), i confronti dovranno essere eseguiti con dati di letteratura o con previsioni di modelli teorici.

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

#### 1.3.2. Parametri da determinare AO

Stanti le premesse e le considerazioni sopra enunciate la scelta dei parametri da monitorare deve prevedere una caratterizzazione idrologica e qualitativa del corpo idrico. A tal fine saranno eseguite misure in situ e saranno prelevati campioni d'acqua da analizzare in laboratorio sotto il profilo fisico-chimico-microbiologico.

In accordo con la normativa vigente è prevista la verifica dei seguenti parametri di monitoraggio:

PARAMETRI			TIPOLOGIA PARAMETRI
N°	Parametro	Unità di misura	
1	Portata	m <sup>3</sup> /s	Parametro Idrologico
2	T aria	°C	Parametri in situ
3	T acqua	°C	
4	Ossigeno disciolto	mg/l	
5	Conducibilità	µS/cm	
6	pH	-	
7	Potenziale Redox	mV	
8	Ammoniaca	N mg/l	Parametri di laboratorio

PARAMETRI			TIPOLOGIA PARAMETRI	
N°	Parametro	Unità di misura		
9	Nitrati	N mg/l	rio	
10	Nitriti	N mg/l		
11	Fosforo totale	P mg/l		
12	BOD5	O2 mg/l		
13	COD	O2 mg/l		
14	Durezza totale	mg/l CaCO3		
15	Solidi sospesi totali	mg/l		
16	Torbidità	NTU		
17	Tensioattivi anionici e non ionici	mg/l		
18	Cloruri	Cl- mg/l		
19	Solfati	SO4 - -mg/l		
20	Nichel	µg/l		Metalli
21	Cromo	µg/l		
22	Cromo VI	µg/l		
23	Rame	µg/l		
24	Zinco	µg/l		
25	Piombo	µg/l		
26	Cadmio	µg/l		
27	Ferro	µg/l		
28	Idrocarburi totali	mg/l	Composti organici mirati	
29	Fenoli	mg/l		
30	Streptococchi fecali	UFC/100 ml	Parametri microbiologici	
31	Salmonelle	Si/No		

PARAMETRI			TIPOLOGIA PARAMETRI
N°	Parametro	Unità di misura	
32	Coliformi totali	UFC/100 ml	
33	Coliformi fecali	UFC/100 ml	

Per il monitoraggio dei corsi d'acqua presenti nel territorio in esame è stato scelto di valutare i parametri di base definiti dalla legge 152/99 e di indagare alcuni parametri che consentano di valutare i possibili effetti di inquinamento dovuti alle attività e agli scarichi di cantiere nei corsi d'acqua. Tale scelta è stata effettuata anche in considerazione delle particolari condizioni idrologiche (mancanza di acqua per la maggior parte dell'anno) dei corsi d'acqua analizzati.

Il parametro IBE (Indice Biotico Esteso) si è scelto di non analizzarlo perché per la sua determinazione si presuppongono un elevato grado di naturalità e il raggiungimento di uno stato di equilibrio dei corsi d'acqua, condizioni che non caratterizzano i corpi idrici oggetto di questo studio. Nella scheda allegata per il monitoraggio si è però inserita volutamente la lista dei taxa da analizzare per determinare il suddetto parametro, nel caso in cui qualcuno dei corsi d'acqua da analizzare presentasse delle caratteristiche particolarmente naturali.

### 1.3.3. Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO

Le frequenze di monitoraggio sono state definite in maniera da rappresentare al meglio la situazione ambientale anche in relazione all'alternarsi delle stagioni, dei regimi idrici e della concreta possibilità di esecuzione dei rilievi.

Le attività di monitoraggio AO si svolgeranno nell'anno precedente all'inizio lavori nei periodi di disponibilità della risorsa idrica. Esse avranno una durata di 6 mesi (periodo invernale di disponibilità idrica) per tutti i corpi idrici, ad eccezione per il fiume Salso che sarà monitorato per tutto l'anno.

Con cadenza mensile si determineranno per tutti i corsi d'acqua i parametri che non sono legati all'impiego di sostanze specifiche e consentono di seguire l'andamento stagionale della qualità dell'acqua in relazione ai diversi regimi idrici riscontrabili (parametri idrologici).

Con cadenza mensile saranno effettuate anche le misure in situ per la determinazione dei parametri in situ di tutti i corsi d'acqua.

Le analisi di laboratorio, dei parametri microbiologici, dei metalli e dei composti organici mirati saranno realizzate per tutti i corsi d'acqua, ad eccezione per il fiume Salso, con cadenza trimestrale al fine di verificare eventuali variazioni stagionali della qualità

dell'acqua, che possano essere legate al regime idrologico del corso d'acqua. Per il fiume Salso le indagini di laboratorio, dei parametri microbiologici, dei metalli e dei composti organici mirati saranno realizzate con cadenza mensile.

## **1.4. Monitoraggio in Corso d'Opera**

### **1.4.1. Finalità del monitoraggio CO**

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

Il MCO dovrà confrontare quanto via via rilevato con lo stato AO e segnalare le eventuali divergenze da questo.

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

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

Il Monitoraggio in Corso d'Opera avrà una durata pari al tempo di realizzazione delle opere e dovrà tenere conto dell'avanzamento lavori fino al completo esaurimento dell'interferenza sui corpi idrici.

### **1.4.2. Parametri da determinare CO**

Per il monitoraggio in corso d'opera si effettueranno misure sugli stessi parametri del MAO proprio al fine di riscontrare eventuali modificazioni sulle caratteristiche dei corpi idrici superficiali.

#### **1.4.2.1. Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO**

Così come per il MAO, le frequenze di monitoraggio sono state definite in maniera da rappresentare al meglio la situazione ambientale anche in relazione all'alternarsi delle stagioni, dei regimi idrici e della concreta possibilità di esecuzione dei rilievi.

Le attività di monitoraggio CO si svolgeranno dall'inizio dei lavori fino all'esaurimento delle interferenze sui corpi idrici da parte delle attività di costruzione o di cantierizzazione. Esse saranno realizzate con durata semestrale (periodo invernale di disponibilità idrica) per tutti i corsi d'acqua ad eccezione per il fiume Salso che sarà sottoposto a monitoraggio con durata annuale.

Con cadenza mensile si determineranno i parametri che non sono legati all'impiego di sostanze specifiche e consentono di seguire l'andamento stagionale della qualità dell'acqua in relazione ai diversi regimi idrici riscontrabili (parametri idrologici) per tutti i corsi d'acqua.

Con cadenza mensile saranno effettuate anche le misure in situ per la determinazione dei relativi parametri per tutti i corsi d'acqua.

I parametri di laboratorio generali, i parametri microbiologici, i metalli e i composti organici mirati saranno valutati con cadenza trimestrale per tutti i corsi d'acqua e per il fiume Salso al fine di verificare eventuali variazioni stagionali della qualità dell'acqua.

## **1.5. Monitoraggio Post Operam**

### **1.5.1. Finalità del monitoraggio PO**

Il Monitoraggio Post Operam (MPO) dovrà verificare gli effetti a lunga scadenza della realizzazione dell'opera sull'ambiente idrico.

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

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

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

### **1.5.2. Parametri da determinare PO**

I parametri da monitorare sono gli stessi definiti per la fase ante operam.

### **1.5.3. Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO**

Le operazioni di monitoraggio Post Operam saranno eseguite nell'anno successivo al termine dei lavori con una cadenza coincidente con quella delle operazioni effettuate in fase Corso d'Opera.

## **1.6. Metodologie di rilevamento e campionamento**

### **1.6.1. Misure idrologiche e in situ**

Le misure di portata saranno realizzate con il metodo correntometrico (mulinello) e nel caso di piccoli torrenti, quando è impossibile l'uso del mulinello, la misura sarà effettuata con il metodo volumetrico o con il galleggiante.

Per le misure a guado la sezione di misura dovrà essere materializzata sul terreno mediante apposito segnale (picchetto, segno di vernice o riferimento a punto esistente). Di ciò dovrà essere comunicata notizia nelle schede di rilevamento.

Per le misure da effettuarsi a guado è ammesso lo spostamento dalla sezione indicata per una fascia di 50 metri a cavallo, per ricercare le condizioni migliori. Dello spostamento a monte o a valle dovrà essere fatta menzione nelle schede di rilevamento.

Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione.

Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione.

Ogni sezione dovrà essere completata utilizzando la stessa strumentazione. In caso di sostituzione degli apparecchi nel corso della misura, la sezione dovrà essere iniziata di nuovo.

La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore.

In linea di massima il numero totale di verticali da eseguire per le diverse larghezze del corso d'acqua saranno:

sezioni inferiori a 1 metro:	3—5 verticali;
sezioni tra 1 e 2 metri:	5—8 verticali;
sezioni tra 2 e 5 metri:	8—15 verticali;
sezioni tra 5 e 10 metri:	15—25 verticali;
sezioni tra 10 e 20 metri:	20—30 verticali;
sezioni tra 20 e 50 metri:	25—40 verticali;

Riscontrando una brusca variazione nella profondità tra due verticali contigue, si dovrà eseguire una verticale intermedia. Le verticali dovranno essere più frequenti laddove il fondo è irregolare.

Il numero di punti di misura per ogni verticale è determinato dal diametro dell'elica o dalle caratteristiche del peso (se utilizzato).

Indicando con altezza la profondità della verticale e con profondità la profondità del punto di misura, per la determinazione delle profondità dei punti di misura si seguiranno i seguenti criteri:

micromulinello con elica da 5 cm

da 5 a 8 cm di altezza della verticale: 1 misura a 2.5 cm di profondità;

da 8 a 10 cm due misure a 2.5 di prof e a 2.5 dal fondo

da 10 a 15 si aggiunge una misura a  $\text{profondità} = 2.5 + (\text{altezza} - 5) / 2$

da 15 a 35 alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a  $\text{prof} = 2.5 + (\text{altezza} - 5) / 3$ ,  $\text{prof} = 2.5 + (\text{altezza} - 5) * 2 / 3$

da 35 a 70 alle due misure di fondo e di superficie si aggiungono 3 punti a  $\text{prof}=2.5+(\text{altezza}-5)/4$ ,  $\text{prof}=2.5+(\text{altezza}-5)*2/4$ ,  $\text{prof}=2.5+(\text{altezza}-5)*3/4$

misure a guado con elica da 12 cm di diametro

da 12 a 13 cm di altezza della verticale una misura a 6 cm di prof.

da 13 a 25 cm si aggiunge una misura al 6 cm dal fondo

da 25 a 50 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge una terza a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-12)/2$

oltre 50 cm di altezza alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due misure a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-12)/3$  e  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-12)*2/3$

misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=12 cm

da 18 a 24 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità

da 25 a 30 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 12 cm dal fondo

da 31 a 50 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/2$

da 51 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/3$  e  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*2/3$

da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*2/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-18)*3/4$

oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità.

misure con peso da 25--50 kg con distanza asse peso-fondo=20 cm

da 26 a 32 cm di altezza della sezione una misura a 6 cm di profondità

da 33 a 49 cm una misura a 6 cm di profondità ed una a 20 cm dal fondo

da 50 a 65 alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/2$

da 66 a 150 cm di profondità alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono due punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/3$  e  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*2/3$

da 150 a 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiungono 3 punti a  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*2/4$ ,  $\text{prof}=6+(\text{altezza}-26)*3/4$

oltre 200 cm alle due misure di superficie e di fondo si aggiunge un punto ogni 50 cm di profondità

Al termine delle misure di portata saranno rilevati i seguenti parametri mediante sonda singola o multiparametrica:

temperatura dell'acqua;

conducibilità elettrica;  
pH;  
potenziale Redox;  
ossigeno disciolto.

Gli strumenti impiegati andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro; i valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive e i risultati della taratura saranno annotati sulle apposte schede.

I rilievi dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

## **1.6.2. Prelievo campioni per analisi di laboratorio**

### **1.6.2.1. Campionamento**

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

In occasione del campionamento saranno misurati la temperatura dell'acqua, conducibilità elettrica, il pH e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive.

Tutte le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

### **1.6.2.2. Etichettatura dei contenitori**

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);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

### **1.6.2.3. Conservazione e spedizione**

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

### **1.6.2.4. Metodologie di esecuzione delle analisi**

Nella seguente tabella sono indicate le metodologie di analisi che dovranno essere utilizzate per le determinazioni di ciascun parametro.

Parametri di laboratorio generali		
Parametro	Metodo	Principio del metodo
Ammoniaca	IRSA Q100 n°4010	Determinazione colorimetrica del complesso che si forma per reazione con il reattivo di Nessler
Nitrati	IRSA Q100 n°4020 A1	Determinazione colorimetrica del composto ottenuto per reazione tra nitrati e salicilato di sodio
Nitriti	IRSA Q100 n°4030	Determinazione colorimetrica del composto che si forma per reazione con solfaniammide e N-(1naftil)-etilendiammina
Fosforo totale	DIN 38 409 parte. 52r	Determinazione tramite respirometro dell'ossigeno consumato
BOD5	IRSA Q100 n°5100	Determinazione dell'ossigeno disciolto nel campione da analizzare prima e dopo incubazione di 5 giorni
COD	IRSA Q100 n°5110	Determinazione per retrotitolazione delle sostanze ossidabili in una soluzione bollente di dicromato di potassio e acido solforico
Solidi sospesi totali	IRSA Q100 n°2050	Determinazione gravimetrica del residuo da filtrazione su membrana di porosità 0,45 µm
Durezza totale	IRSA Q100 n°2040	Titolazione complessometrica con acido etilendiamino tetraacetico.
Torbidità	IRSA Q100 n°2120	Determinazione per confronto visuale con le sospensioni di confronto (NTU o SiO <sub>2</sub> ) o determinazione strumentale (spettrofotometrico o nefelometrico)
Tensioattivi anionici	IRSA Q100 n°5150	Determinazione colorimetrica del sale di colore blu formato per reazione con blu di metilene ed estratto in cloroformio.
Tensioattivi non ionici	UNICHIM n°980/2 1993	A seguito di una fase di estrazione concentrazione e purificazione, l'analita viene determinato per misura spettrofotometrica del complesso che si forma per reazione con il potassio picrato, estratto

Parametri di laboratorio generali		
Parametro	Metodo	Principio del metodo
		in 1,2 dicloretano.
Cloruri	IRSA Q100 n°4070 B	Titolazione dello ione cloruro con soluzione di nitrato mercurico.
Solfati	IRSA Q100 n°4130 B	Determinazione spettrofotometrica della torbidità della sospensione generatasi dalla reazione con solfato di bario.

Metalli e specie metalliche		
Parametro	Metodo	Principio del metodo
Nichel	Std.methods n° 3113 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Cromo	IRSA Q100 n°3080 A1	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con immissione diretta del campione in fiamma aria-acetilene.
Cromo VI	IRSA Q100 n°3080 B1, A2	Misura spettrofotometrica dell'assorbanza del composto che esso forma con la difenilcarbazide oppure spettrometria di assorbimento atomico previa estrazione in fase organica di sue forme complesse
Rame	Std.methods n° 3113 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Zinco	Std.methods n° 3113 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Piombo	Std.methods n° 3113 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Cadmio	Std.methods n° 3113 18	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite

Metalli e specie metalliche		
Parametro	Metodo	Principio del metodo
	th edition.	
Ferro	Std.methods n°3113 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in forno di grafite

Composti organici mirati		
Parametro	Metodo	Principio del metodo
Idrocarburi totali	Std.methods n° 5520 C&F 18 th edition.	Determinazione all'infrarosso delle sostanze estratte con triclorotrifluoroetano e non trattate da gel di silice
Fenoli	Std.methods n° 6420 B 18 the edition.	Estrazione con cloruro di metilene e determinazione in FID/GC

Parametri microbiologici		
Parametro	Metodo	Principio del metodo
Streptococchi fecali	IRSA Q100 7040 B /94	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Salmonelle	ISTISAN 86/20	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e valutazione qualitativa
Coliformi totali	IRSA Q100 7010 B /94	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Coliformi fecali	IRSA Q100 7020 B /94	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta

## 1.7. Programma di monitoraggio

### 1.7.1. Definizione dei punti di monitoraggio

I punti di misura e prelievo sono stati ubicati su sezioni rappresentative delle caratteristiche dei corpi idrici sottoposti a monitoraggio e sono situati a monte e a valle dei punti di realizzazione di opere d'arte ed in generale nei punti di interferenza con i corsi d'acqua.

Le sezioni a valle per tutti i punti saranno monitorate nelle fasi ante operam, corso d'opera e post operam. Le sezioni a monte saranno invece monitorate esclusivamente nella fase in corso d'opera.

La localizzazione di tali sezioni è rappresentata sulla tavola in allegato (“PM02 AMB PL01-04). Le sezioni di misura e prelievo previste sono elencate nella tabella riportata di seguito.

Area indagata	Sezioni di misura	Corso d'acqua monitorato	Posizione	Fasi monitoraggio
Tracciato S.S.640 Di Porto Empedocle	IDR-01	Loc. Enopoli Vallone Grotta Rossa	Monte	CO
	IDR-02		Valle	AO, CO, PO
	IDR-03	Vallone Giulfo	Monte	CO
	IDR-04		Valle	AO, CO, PO
	IDR-05	Vallone Grotta d'Acqua	Monte	CO
	IDR-06		Valle	AO, CO, PO
	IDR-07	Vallone Grotta d'Acqua	Monte	CO
	IDR-08		Valle	AO, CO, PO
	IDR-09	Vallone Grotta d'Acqua	Monte	CO
	IDR-10		Valle	AO, CO, PO

	IDR-11	Vallone Favarella	Monte	CO
	IDR-12		Valle	AO, CO, PO
	IDR-13	Fosso Mumia	Monte	CO
	IDR-14		Valle	AO, CO, PO
	IDR-15	Vallone S. Filippo Neri	Monte	CO
	IDR-16		Valle	AO, CO, PO
	IDR-17	Vallone Anghillà	Monte	CO
	IDR-18		Valle	AO, CO, PO
	IDR-19	Vallone Arenella	Monte	CO
	IDR-20		Valle	AO, CO, PO
	IDR-21	Vallone Arenella	Monte	CO
	IDR-22		Valle	AO, CO, PO
	IDR-23	Fiume Salso	Monte	CO
	IDR-24		Valle	AO, CO, PO

### 1.7.2. Documentazione di sintesi del monitoraggio

Tutti i dati relativi al monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale saranno raccolti in schede riassuntive e inseriti nel sistema informativo secondo due gruppi principali di dati: i dati anagrafici delle postazioni di misura e i valori dei parametri rilevati.

Il sistema informativo elaborerà i dati e li restituirà secondo le procedure implementate al suo interno. I dati saranno resi disponibili su documenti a carattere periodico che evidenzieranno eventuali parametri in eccesso rispetto alla normativa vigente. La restituzione dei dati consentirà inoltre il monitoraggio di situazioni critiche in evoluzione, allo scopo di determinare immediatamente le necessarie misure correttive.

**1.8. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO**

La tabella riporta in sintesi le attività previste e suddivise per le tre fasi di M.A.

**FASE ANTE-OPERAM****COMPONENTE ACQUE SUPERFICIALI**

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>1</sup>	Frequenza <sup>2</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE
IDR-02	(2422987; 4141696)	0+680		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica	Parametri idrologici ed in situ
IDR-02	(2422987; 4141696)	0+680		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
IDR-04	(2425645; 4143035)	3+665		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica	Parametri idrologici ed in situ
IDR-04	(2425645; 4143035)	3+665		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
IDR-06	(2428111;	5+440		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda	Parametri i-

<sup>1</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO

<sup>2</sup> N. di ripetizioni per questa fase

	4145128)						multiparametrica	drologici ed in situ
IDR-06	(2428111; 4145128)	5+440		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
IDR-08	(2422987; 4141696)	6+080		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica	Parametri idrologici ed in situ
IDR-08	(2422987; 4141696)	6+080		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
IDR-10	(2426849; 4144242)	7+050		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica	Parametri idrologici ed in situ
IDR-10	(2426849; 4144242)	7+050		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
IDR-12	(2427344; 4144776)	10+115		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica	Parametri idrologici ed in situ
IDR-12	(2427344; 4144776)	10+115		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
IDR-14	(2431095, 4146183)	11+300		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica	Parametri idrologici ed in situ
IDR-14	(2431095,	11+300		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori	Analisi di

	4146183)						etichettati	laboratorio
IDR-16	(2435641; 4151602)	17+325		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica	Parametri idrologici ed in situ
IDR-16	(2435641; 4151602)	17+325		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
IDR-18	(2439859; 4154417)	22+710		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica	Parametri idrologici ed in situ
IDR-18	(2439859; 4154417)	22+710		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
IDR-20	(2440438; 4154863)	23+475		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica	Parametri idrologici ed in situ
IDR-20	(2440438; 4154863)	23+475		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
IDR-22	(2442838; 4154524,)	Stazione di imera		mensile	1 g	6 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica	Parametri idrologici ed in situ
IDR-22	(2442838; 4154524,)	Stazione di imera		trimestrale	Da definire	6 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
IDR-24		26+725		mensile	1 g	12 MESI	Mulinello e sonda multiparametrica-	Parametri idrologici ed

								Contenitori etichet- tati	in situ- Anali- si di laborato- rio
--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------------	---

NOTE

Il monitoraggio ante operam ha la durata di 12 mesi (1 anno). Per tutti i corsi d'acqua si è considerata una disponibilità idrica di soli 6 mesi. Per il Fiume Salso la disponibilità idrica è di 12 mesi. Per tutti i corsi d'acqua si effettueranno analisi mensili dei parametri ideologici ed in situ, e analisi trimestrali per le analisi di laboratorio. Per il Fiume Salso si effettueranno analisi mensili dei parametri ideologici, in situ e analisi di laboratorio

## 2. ACQUE SOTTERRANEE

### 2.1.1. Premessa

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto della costruzione delle opere sul sistema idrogeologico superficiale e profondo, al fine di prevenirne alterazioni di tipo quali-quantitativo delle acque ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

Lungo il tracciato stradale sono individuati i punti di monitoraggio, nelle aree di potenziale impatto, atti a caratterizzare i parametri quali-quantitativi delle acque sotterranee nei punti più critici con riferimento agli impatti previsti.

Per tali punti sono previste attività di controllo mediante il campionamento e l'analisi di laboratorio dell'acqua di falda.

Le caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti insieme al loro assetto strutturale determinano le condizioni favorevoli o meno alla formazione di idrostrutture in cui si instaurano falde freatiche significative. Al fine di definire il modello idrogeologico del settore interessato alla costruzione dell'infrastruttura sono stati definiti, n°6 complessi idrogeologici, intendendo con tale denominazione l'insieme dei termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo e grado di permeabilità omogenea.

In tal senso è stata eseguita un'interpretazione idrostrutturale, combinando le informazioni derivanti dal rilievo geologico di superficie, dai dati piezometrici misurati in corrispondenza dei fori di sondaggio, dal censimento dei punti di emergenza idrica e dalla permeabilità dei litotipi.

I complessi individuati sono stati così distinti:

- Complesso idrogeologico delle sabbie e delle calcareniti: terreni a permeabilità molto elevata per porosità, tendente a diminuire in concomitanza di livelli argillo-limosi. Coefficiente di permeabilità:  $K > 10-2$  m/s.

Il complesso si localizza principalmente nelle sabbie e calcareniti della formazione marnoso arenacea affioranti con continuità nel settore centrale del settore (Contrada Papazzo, Contrada Sant'Elia). E' sede di un modesto acquifero, sostenuto alla base dalle argille plioceniche; la geometria dell'acquifero è variabile sia in senso orizzontale che verticale; spesso si tratta di modeste idrostrutture sovrapposte ed isolate lateralmente, localizzate nei livelli sabbiosi. Ne consegue un livello piezometrico non uniforme ed una oscillazione eterogenea. Mediamente i sondaggi e le letture piezometriche presentano una falda intorno ai 24 metri per contrada Papazzo e circa 40 m dal p.c. per il settore della galleria Caltanissetta (C.da Sant'Elia).

- Complesso idrogeologico dei detriti di falda e degli accumuli di riporto: terreni ad elevata permeabilità per porosità. Coefficiente di permeabilità:  $10^{-3} < K > 10^{-2}$  m/s. Sono sede di limitate falde superficiali, generalmente poco importanti.
- Complesso idrogeologico dei depositi elu-colluviali ed alluvioni: terreni a media permeabilità per porosità. Coefficiente di permeabilità:  $10^{-4} < K > 10^{-3}$  m/s.. Trattasi dei livelli di depositi continentali costituiti da limi argillosi frammisti a ghiaia, sabbia e ciottoli; la permeabilità può variare in relazione all'abbondanza della frazione limo-argillosa. Nel settore terminale del progetto, in Contrada Salso, il complesso è presente con buona continuità, sostenuto in profondità dalle argille tortoniane. Il complesso ospita un modesto acquifero strettamente legato all'alimentazione diretta esercitata dal corso d'acqua.
- Complesso idrogeologico dei Trubi e del Tripoli: terreni a permeabilità modesta per porosità, tendente ad aumentare in funzione della fratturazione del litotipo. Coefficiente di permeabilità:  $10^{-6} < K > 10^{-5}$  m/s. Possono ospitare modeste falde freatiche localizzate nei livelli fratturati ed alterati dei trubi, a volta può esserci continuità con il complesso dei calcari e gessi sottostante ai Trubi.
- Complesso idrogeologico dei Calcari e Gessi: Rocce a permeabilità molto elevata per fessurazione e carsismo. Coefficiente di permeabilità:  $K > 10^{-2}$  m/s. Si tratta di vasti affioramenti di calcari e gessi evaporitici che possono ospitare falde relativamente profonde (superiore ai 50 m dal p.c.) ed importanti. Il rilevamento ed il censimento dei pozzi, tuttavia ha mostrato un depauperamento della falda per l'intenso sfruttamento degli ultimi decenni, che ha determinato un approfondimento del livello piezometrico e la formazione di singoli bacini profondi in discontinuità idraulica con l'idrostruttura complessiva.
- Complesso idrogeologico delle argille: terreni praticamente impermeabili. Coefficiente di permeabilità:  $K < 10^{-9}$  m/s. Il livello corticale alterato può assumere una modesta permeabilità capace di favorire una circolazione idrica sub-superficiale. Costituiscono la soglia di permeabilità più diffusa degli acquiferi esistenti.

Sulla base degli impatti previsti è stato programmato un monitoraggio per la componente acque sotterranee che si articola in tre fasi:

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

I punti monitorati sono posizionati in aree che appartengono ad almeno una di queste categorie:

- Zone di captazione di acque sotterranee ad uso intensivo idropotabile, irriguo o industriale;
- Aree di ricarica naturale della falda;

- Aree di scavo in falda (per gallerie, trincee, rilevati e fondazioni profonde);
- Aree di cantiere;
- Aree di vulnerabilità intrinseca della falda.

La scelta della collocazione dei punti di monitoraggio è effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- Caratteristiche idrogeologiche generali

I punti sono stati localizzati tenendo in considerazione la direzione del flusso della falda rispetto al tracciato stradale in progetto e, sempre rispetto ad essa, sono stati collocati a monte e a valle idrogeologico;

- Vicinanza al tracciato stradale e alle aree di cantiere

I punti sono stati collocati in corrispondenza di piezometri preesistenti o di nuova costruzione nelle immediate vicinanze della strada (eventualmente si può prevedere il riutilizzo dei piezometri impiegati per altre finalità, purchè presentino caratteristiche tecniche e posizione tali da renderli idonei allo scopo del presente progetto);

- Valore della risorsa

Per quest'ultimo criterio si è tenuto conto in modo particolare dell'uso a cui la risorsa idrica è destinata e della disponibilità in termini quantitativi della stessa.

## 2.2. Riferimenti normativi

Per quanto riguarda le norme a cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare, le grandezze da misurare, si citano i seguenti riferimenti:

D.Lgs. n. 27 del 02.02.2002 - “ Modifiche ed integrazioni del decreto legislativo 2.02.2001 n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.

D.Lgs n. 31 del 02.02.2001 - “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.

D.Lgs n. 258 del 18.08.2000 - “Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11.05.1999 n. 152, in materia di tutela della qualità delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo n. 1, comma 4, della legge 24.04.1998, n. 128”.

DM n. 471 del 25.10.1999 - “Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5.02.1997, n.22, e successive modificazioni e integrazioni”.

D.Lgs n. 152 del 11.05.1999 – “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE”.

DPCM 4.03.1996 - “Disposizioni in materia di risorse idriche”.

DM Sanità 26.03.1991 - “Norme tecniche di prima attuazione del D.P.R. 24 maggio 1988, n.236 relativo all’attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell’art. 15 della legge 16-4-1987, n. 183”.

DPR n. 236 del 24.05.1988 - “Attuazione della Direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell’art. 15 della legge 16.04.1987 n. 183”.

R.D. n. 1775 del 11.12.1933 – “Testo unico delle leggi sulle acque e gli impianti elettrici”.

## 2.3. Monitoraggio ante operam

### 2.3.1. Finalità del monitoraggio AO

Per le attività di monitoraggio di un corpo idrico sotterraneo è necessaria una preventiva ricostruzione del modello idrogeologico in termini di:

- individuazione e parametrizzazione dei principali acquiferi;
- definizione delle modalità di alimentazione-deflusso-recapito;
- identificazione dei rapporti tra acque superficiali ed acque sotterranee;
- determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologico;

← **Formattati:** Elenchi puntati e numerati

**Eliminato:** ¶  
i

Il modello idrogeologico deve essere periodicamente aggiornato sulla base delle nuove conoscenze e delle attività di monitoraggio.

Quindi nella prima fase (Ante Operam) verrà caratterizzata la situazione indisturbata; verranno eseguite le seguenti attività propedeutiche:

- analisi dei dati bibliografici esistenti;
- sopralluogo di identificazione dei punti di posizionamento dei piezometri;
- realizzazione dei piezometri.

← **Formattati:** Elenchi puntati e numerati

A valle di queste attività verranno svolte quelle relative alle misurazioni dirette e al campionamento delle acque e quelle relative alle analisi di laboratorio.

### 2.3.2. Parametri da determinare AO

Per la definizione del bilancio idrico dei bacini monitorati, e quindi per la caratterizzazione dei singoli acquiferi in termini di potenzialità, produttività e grado di sfruttamento sarà rilevato il livello piezometrico (m s.l.m.) della falda.

Per la definizione delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna o di laboratorio, i parametri riportati nella tabella seguente.

PARAMETRI			TIPOLOGIA PARAMETRI
N°	Parametro	Unità di misura	
1	T aria	°C	Parametri in situ
2	T acqua	°C	
3	Ossigeno disciolto	mg/l	
4	Conducibilità	µS/cm	
5	pH	-	
6	Azoto ammoniacale	N mg/l	Parametri di laboratorio
7	Nitrati	N mg/l	
8	Nitriti	N mg/l	
9	Fosforo totale	P mg/l	
10	Tensioattivi anionici	mg/l	
11	Tensioattivi non ionici	mg/l	
12	Cloruri	Cl- mg/l	
13	Solfati	SO4- -mg/l	
14	Residuo fisso	mg/l	
15	Nichel	µg/l	
16	Cromo	µg/l	
17	Cromo VI	µg/l	
18	Rame	µg/l	
19	Zinco	µg/l	
20	Piombo	µg/l	
21	Cadmio	µg/l	
22	Ferro	µg/l	
23	Alluminio	µg/l	
24	Arsenico	µg/l	
25	Mercurio	µg/l	

PARAMETRI			TIPOLOGIA PARAMETRI
N°	Parametro	Unità di misura	
26	Manganese	µg/l	
27	Idrocarburi totali	µg/l	Composti organici mirati
28	Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	µg/l	
29	Idrocarburi aromatici (BTEX)	µg/l	
30	Alifatici clorurati cancerogeni	µg/l	
31	Streptococchi fecali	UFC/100 ml	Parametri microbiologici
32	Coliformi totali	UFC/100 ml	
33	Coliformi fecali	UFC/100 ml	

### 2.3.3. Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO

Le operazioni di monitoraggio Ante Operam verranno realizzate nell'anno precedente all'inizio lavori.

Le misure di livello statico dei piezometri saranno effettuate mensilmente così come le misure dei parametri in situ. Le misure dei parametri di laboratorio, dei composti organici mirati e dei parametri microbiologici avranno invece una cadenza trimestrale.

## 2.4. Monitoraggio in Corso d'Opera

### 2.4.1. Finalità del monitoraggio CO

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

Il MCO dovrà confrontare i parametri rilevati nello stato AO e segnalare le eventuali divergenze da questo. In particolare, in riferimento alle caratteristiche quantitative delle acque, il MCO dovrà evidenziare:

- l'entità dei prelievi o dei drenaggi legati alla realizzazione dell'opera;
- le conseguenti escursioni piezometriche;
- le eventuali emergenze naturali delle acque sotterranee;
- le variazioni delle direzioni di flusso legate alla realizzazione dell'opera.

← **Formattati:** Elenchi puntati e numerati

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

Il Monitoraggio in Corso d'Opera avrà una durata pari al tempo di realizzazione delle opere.

### 2.4.2. Parametri da determinare CO

I parametri da monitorare sono gli stessi previsti per il MAO proprio al fine di riscontrare eventuali modificazioni delle condizioni Ante Operam.

### 2.4.3. Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO

Le misure di livello statico verranno svolte con cadenza mensile così come le misure in situ. Le analisi di laboratorio, dei composti organici mirati e dei parametri microbiologici verranno invece effettuate con cadenza trimestrale.

## **2.5. Monitoraggio Post Operam**

### **2.5.1. Finalità del monitoraggio PO**

Il Monitoraggio Post Operam (MPO) dovrà verificare gli effetti a lunga scadenza dell'opera sull'ambiente idrico sotterraneo.

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

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

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

### **2.5.2. Parametri da determinare PO**

I parametri da monitorare sono gli stessi previsti per il MCO.

### **2.5.3. Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO**

Le operazioni di monitoraggio Post Operam saranno eseguite con una cadenza coincidente con quella delle operazioni effettuate in corso d'opera.

La durata del monitoraggio sarà di un anno e verrà eseguito al termine dei lavori di realizzazione dell'opera. La durata del MPO potrà essere prolungata qualora si rilevino livelli significativi di inquinamento indotti dalla costruzione dell'opera.

## 2.6. Metodologie di rilevamento e campionamento

### 2.6.1. Misure in situ

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro.

La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro o del punto di riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura.

Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado. L'ossigeno disciolto verrà determinato tramite apposita sonda, il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multiparametriche.

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del MAO, il soggetto incaricato di tale attività dovrà provvedere a:

Determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezo-

metro);  
rilievo della posizione del piezometro in termini di coordinate geografiche.

**Formattati:** Elenchi puntati e numerati

### 2.6.2. Prelievo campioni per analisi di laboratorio

### 2.6.3. Campionamento

Il campionamento da piezometri dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. Il monitoraggio delle acque sotterranee prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo di acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio sia chimico – fisiche che microbiologiche.

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

#### 2.6.4. Etichettatura dei contenitori

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

- \_\_\_ sigla identificativa del piezometro;

- \_\_\_ data e ora del campionamento.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

#### 2.6.5. Conservazione e spedizione

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

#### 2.6.6. Metodologie di esecuzione delle analisi

Si riportano di seguito le metodologie di analisi che dovranno essere utilizzate per le determinazioni di ciascun parametro di laboratorio e dei composti organici mirati.

Analisi parametri di laboratorio e dei composti organici mirati		
Parametro	Metodo	Principio del metodo
Residuo fisso	Metodo All.III DPR 236/88	Evaporazione del campione e pesata previo essiccamento a 180 °C
Alluminio	IRSA Q100 n°3010 A	Determinazione tramite spettrometro ad assorbimento atomico
Arsenico	IRSA Q100 n°3010 A1, A2	Determinazione mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico in fiamma o assorbimento atomico con fornetto di grafite
Cadmio	Std.methods n° 3113 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornetto di grafite
Cromo	IRSA Q100 n°3080 A1	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con immissione diretta del campione in fiamma aria-acetilene.
Cromo VI	IRSA Q100 n°3080 B1, A2	Misura spettrofotometrica dell'assorbanza del composto che esso forma con la difenilcarba-

Analisi parametrtr di laboratorio e dei composti organici mirati		
Parametro	Metodo	Principio del metodo
		zide oppure spettrometria di assorbimento atomico previa estrazione in fase organica di sue forme complesse
Ferro	Std.methods n° 3113 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Mercurio	IRSA Q100 n° 3130	Determinazione per spettrofotometria di assorbimento atomico
Nichel	IRSA Q100 n° 3140	Determinazione per spettrofotometria di assorbimento atomico
Piombo	Std.methods n° 3113 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Rame	Std.methods n° 3113 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Manganese	Std.methods n° 3113 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fornello di grafite
Zinco	Std.methods n° 3111 18 the edition.	Determinazione con spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione in fiamma di aria-acetilene
Cloruri	ASTM D4327-88	Determinazione per cromatografia ionica
Azoto ammoniacale	IRSA Q100 n°4010	Determinazione colorimetrica del complesso che si forma per reazione con il reattivo di Nessler
Azoto nitroso	ASTM D4327-88	Determinazione per cromatografia ionica
Azoto nitrico	ASTM D4327-88	Determinazione per cromatografia ionica
Fosforo totale	IRSA Q100 n°4090	Determinazione colorimetrica degli ortofosfati ottenuti dalla trasformazione per mineralizzazione acida di tutti i composti del fosforo.
Solfati	ASTM D4327-88	Determinazione per cromatografia ionica
Idrocarburi totali	Std.methods n°5520 C&F 18 th	Determinazione all'infrarosso delle sostanze estratte con triclorotrifluoroetano e non trattate da gel di silice

Analisi parametri di laboratorio e dei composti organici mirati		
Parametro	Metodo	Principio del metodo
	edition.	
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	EPA 8270	Tecnica GC/MS
Idrocarburi aromatici (BTEX)	EPA 8260	Tecnica GC/MS
Tensioattivi anionici	IRSA Q100 n° 5150	Determinazione colorimetrica del sale di colore blu formato per reazione con blu di metilene ed estratto in cloroformio.
Tensioattivi non ionici	UNICHIM n°980/2 1993	A seguito di una fase di estrazione concentrazione e purificazione, l'analita viene determinato per misura spettrofotometrica del complesso che si forma per reazione con il potassio picrato, estratto in 1,2 dicloroetano.

In analogia si elencano per le analisi microbiologiche le metodologie da adottare.

Analisi microbiologiche		
Parametro	Metodo	Principio del metodo
Coliformi totali	Metodo MF All.III DPR 236/88	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Coliformi fecali	Metodo MF All.III DPR 236/88	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta
Streptococchi fecali	Metodo MF All.III DPR 236/88	Colture di colonie batteriche su terreni specifici e conta diretta

## 2.7. Programma di monitoraggio per la componente acque sotterranee

### 2.7.1. Definizione dei punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio sono stati determinati individuando per ogni area critica (di realizzazione dell'opera) una coppia di piezometri, od uno solo, di rilevazione che consentano di valutare in dettaglio le caratteristiche quali-quantitative delle acque di falda unitamente alle condizioni di deflusso sotterraneo: i punti sono stati posizionati a monte e/o a valle, in termini di deflusso sotterraneo, dell'area critica. Per la definizione della direzione del flusso della falda sono state prese per valide le informazioni presenti nelle cartografie allegatale al SIA.

I piezometri, se di nuova costruzione, avranno le seguenti caratteristiche:

Diametro: 3 pollici.

Lunghezza: il piezometro dovrà attestarsi al tetto del substrato roccioso la cui profondità esatta non è al momento definibile. In questa fase si assume quindi una profondità media compresa tra i 20 e i 25 metri, stimata in base alle caratteristiche geomorfologiche e geologiche dell'area. Per i piezometri adiacenti all'imbocco della galleria Monte Poggio Maria dovranno essere raggiunte profondità pari a 35 m dal p.c., che è di poco superiore alla profondità massima prevista per gli scavi della galleria.

Materiale e finestratura: tubi in PVC completamente finestrati in corrispondenza dell'acquifero, ad esclusione per i piezometri all'imbocco della Galleria Monte Poggio Maria che dovranno essere finestrati solo nel tratto indagato.

Tappi in bentonite da realizzarsi immediatamente al di sopra dell'acquifero o del tratto indagato.

L'esatta ubicazione dovrà essere decisa in situ tenendo conto di tutte le operazioni che verranno effettuate nel tempo in tale area. Ogni piezometro dovrà infatti essere posizionato in una zona protetta ma accessibile, e dovrà essere protetto in superficie da danni accidentali o atti di vandalismo.

Complessivamente i punti di monitoraggio individuati sono 6:

Nella tavola "Localizzazione punti di monitoraggio – Componenti: Acque superficiali, Acque Sotterranee, Rumore e Vibrazioni" è possibile individuare i punti previsti per il monitoraggio delle acque sotterranee.

I punti di monitoraggio sono elencati nella seguente tabella.

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Formattati: Elenchi puntati e numerati

Tratta	Punti di misura	Sondaggi campagna geognostica 2006 (piezometri)	Posizione	Area critica	Fasi di monitoraggio
--------	-----------------	---	-----------	--------------	----------------------

Tracciato S.S.640 Di Porto Empedocle	PZM-01m	S09 (20m)	Monte	Contrada Favarella	AO, CO, PO
	PZM-01v		Valle	Permeabilità variabile/Falda variabile	AO, CO, PO
	PZM-02	S19 (40m)	-	Contrada Papazzo	AO, CO, PO
	PZM-03	S20 (40m)	-	Permeabilità elevata/Falda superficiale	AO, CO, PO
	PZM-04m	S45 (30m)	Monte	Fiume Salso	AO, CO, PO
	PZM-04v		Valle	Permeabilità media/Falda superficiale	AO, CO, PO

## 2.8. Documentazione di sintesi del monitoraggio

Tutti i dati relativi al monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo saranno raccolti in schede riassuntive e inseriti nel sistema informativo secondo due gruppi principali di dati: i dati anagrafici delle postazioni di misura e i valori dei parametri rilevati.

Il sistema informativo elaborerà i dati e li restituirà secondo le procedure implementate al suo interno. I dati saranno resi disponibili su documenti a carattere periodico che evidenzieranno eventuali parametri in eccesso rispetto alla normativa vigente. La restituzione dei dati consentirà inoltre il monitoraggio di situazioni critiche in evoluzione allo scopo di determinare immediatamente le necessarie misure correttive.

**2.9. PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO**

La tabella riporta in sintesi le attività previste e suddivise per le tre fasi di M.A.

**FASE ANTE-OPERAM****COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE**

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>3</sup>	Frequenza <sup>4</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE
PZM-01m	(2430097; 4145758)	9+026		Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello statico, parametri in situ
PZM-01m	(2430097; 4145758)	9+026		Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-01v	(2429902; 4145638)	8+825		Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello statico, parametri in situ
PZM-01v	(2429902; 4145638)	8+825		Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-02	(2431328;	10+472		Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica,	Livello stati-

<sup>3</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO

<sup>4</sup> N° di ripetizioni per questa fase

	4146501)						termometro, sonda multiparametrica	co, parametri in situ
PZM-02	(2431328; 4146501)	10+472		Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-03	(2431636; 4146658 )	10+900		Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello statico, parametri in situ
PZM-03	(2431636; 4146658 )	10+900		Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-04m	(2443374; 4155032)			Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello statico, parametri in situ
PZM-04m	(2443374; 4155032)			Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-04v	(2443352; 4154817)	Ad est del cantiere A5		Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello statico, parametri in situ
PZM-04v	(2443352; 4154817)	Ad est del cantiere A5		Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio

## NOTE

Il monitoraggio ante operam ha la durata di 12 mesi (1 anno). Si effettueranno analisi mensili per il livello statico ed i parametri in situ, e analisi trimestrali per le analisi di laboratorio

**FASE CORSO D'OPERA**

## COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>5</sup>	Frequenza <sup>6</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE
PZM-01m	(2430097; 4145758)	9+026		Mensile	1 g	1 MESE (1)	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica Contenitori etichet- tati	Livello stati- co, parametri in situ Analisi di laboratorio
PZM-01v	(2429902; 4145638)	8+825		Mensile	1 g	1 MESE (1)	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica Contenitori etichet- tati	Livello stati- co, parametri in situ Analisi di laboratorio
PZM-02	(2431328; 4146501)	10+472		Mensile	1 g	6 MESI (can- tiere galleria GN01i)	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello stati- co, parametri in situ
PZM-02	(2431328;	10+472		Trimestrale	Da definire	6 MESI (can-	Contenitori	Analisi di

<sup>5</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO<sup>6</sup> N. di ripetizioni per questa fase

	4146501)					tiere galleria GN01i)	etichettati	laboratorio
PZM-03	(2431636; 4146658 )	10+900		Mensile	1 g	6 MESI (cantiere galleria GN01f)	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello statico, parametri in situ
PZM-03	(2431636; 4146658 )	10+900		Trimestrale	Da definire	6 MESI (cantiere galleria GN01f)	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-04m	(2443374; 4155032)			Mensile	1 g	36 MESI (2)	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello statico, parametri in situ
PZM-04m	(2443374; 4155032)			Trimestrale	Da definire	36 MESI (2)	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-04v	(2443352; 4154817)	Ad est del cantiere A5		Mensile	1 g	36 MESI (2)	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello statico, parametri in situ
PZM-04v	(2443352; 4154817)	Ad est del cantiere A5		Trimestrale	Da definire	36 MESI (2)	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio

## NOTE

- (1) – si è voluto considerare la durata di un mese relativa alla realizzazione di circa 300m di tracciato stradale nuovo  
(2) – durata totale della realizzazione del viadotto Salso (36 mesi) assi DX e SX

**FASE POST-OPERAM**

## COMPONENTE ACQUE SOTTERRANEE

Codice punto	Coordinate X Y	Prog.	Tipo <sup>7</sup>	Frequenza <sup>8</sup>	DURATA	PERIODO	STRUMENTAZIONE	NOTE RICETTORE
PZM-01m	(2430097; 4145758)	9+026		Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello stati- co, parametri in situ
PZM-01m	(2430097; 4145758)	9+026		Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-01v	(2429902; 4145638)	8+825		Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello stati- co, parametri in situ
PZM-01v	(2429902; 4145638)	8+825		Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio

<sup>7</sup> Cfr SCHEDA TIPO DI RIFERIMENTO<sup>8</sup> N. di ripetizioni per questa fase

PZM-02	(2431328; 4146501)	10+472		Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello stati- co, parametri in situ
PZM-02	(2431328; 4146501)	10+472		Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-03	(2431636; 4146658 )	10+900		Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello stati- co, parametri in situ
PZM-03	(2431636; 4146658 )	10+900		Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-04m	(2443374; 4155032)			Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello stati- co, parametri in situ
PZM-04m	(2443374; 4155032)			Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio
PZM-04v	(2443352; 4154817)	Ad est del cantie- re A5		Mensile	1 g	12 MESI	Sonda elettrica, termometro, sonda multiparametrica	Livello stati- co, parametri in situ
PZM-04v	(2443352; 4154817)	Ad est del cantie- re A5		Trimestrale	Da definire	12 MESI	Contenitori etichettati	Analisi di laboratorio

## NOTE

Il monitoraggio post operam ha la durata di 12 mesi (1 anno). Si effettueranno analisi mensili per il livello statico ed i parametri in situ, e analisi trimestrali per le analisi di laboratorio

---

P.M.A. ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI - RELAZIONE

Pag. di

**46** **45**

Raggruppamento Temporaneo:

Technital S.p.A. (Mandataria) - S.I.S. s.r.l. – DELTA INGEGNERIA s.r.l. - INFRATEC s.r.l. – PROGIN s.p.a.