



**PRESIDENZA DEL CONSIGLIO - DIPARTIMENTO POLITICHE DI COESIONE  
 COMMISSARIO STRAORDINARIO PER LA FERRIERA DI SERVOLA  
 MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
 MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE  
 AGENZIA PER LA COESIONE TERRITORIALE**



**REGIONE AUTONOMA  
 FRIULI VENEZIA GIULIA**

**ACCORDO DI PROGRAMMA QUADRO PER L'ATTUAZIONE DEL PROGETTO INTEGRATO  
 ASSE I - Progetto integrato di messa in sicurezza, bonifica e di reindustrializzazione dello stabilimento della Ferriera di Servola (TS)  
 ai sensi dell'art.252-bis del D.Lgs.152/06 e s.m.i.  
 ASSE I AZIONE II - Programma degli interventi di messa in sicurezza dell'area da realizzare con finanziamento pubblico**



 Invitalia S.p.A. VIA PIETRO BOCCANELLI 30 - 00138 - ROMA	<b>Messa in Sicurezza della Ferriera di Servola (Trieste) attraverso                  interventi di marginamento fisico dell'area demaniale in                  concessione e di trattamento delle acque di falda contaminate</b> <b>CIG 68679847AF   CUP D97B14000720001</b>	RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO dott.ing. Enrico Fusco
		ASSISTENTE AL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO dott. Luca di Nardo

R.T.I.		PROGETTISTI		
<b>MANDATARIA</b>  Via Colleoni, 56/58 36016 Thiene (VI) tel. 0445/375300 fax 0445/375375 e-mail: altieri@studioaltieri.it <b>STUDIO ALTIERI SPA</b>	<b>MANDANTE</b>  <b>Servizi Qualità e Sicurezza s.r.l.</b> Via/e Terza Armata n. 7 - 34123 TRIESTE (TS) T. 040 633864 - F. 040 3483217 e-mail: info@sqs-ts.com	INCARICATO DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE STUDIO ALTIERI s.p.a. dott.ing. Stefano Zordan	RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE STUDIO ALTIERI s.p.a. dott.ing. Adriano Susani	RESPONSABILE DELLA MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA prof.geol. Andrea Borgia
<b>MANDANTE</b> prof. geol. Andrea Borgia	via Fioranello 31, Roma (RM) email: andrea@borgia.net			
<b>MANDANTE</b>  Via Enrico Davila, 1 35028 Piove di Sacco (PD) Tel. 0425/1900552 email: info@progettando-srl.it	<b>MANDANTE</b>  <b>arcomai snc</b> di Paola Sfameni e Davide Busato Via Carlo Goldoni, 9/A 30174 loc. Carpenedo (Ve) email: info@arcomai.eu	COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE S.Q.S. Servizi Qualità e Sicurezza s.r.l. dott.ing. Andrea Guidolin	RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI PROGETTANDO s.r.l. dott.ing. Dario Turolia	RESPONSABILE DEGLI ASPETTI ARCHEOLOGICI ARCOMAI s.n.c. archeologa specialista dott. Paola Sfameni

## PROGETTO DEFINITIVO

<b>TITOLO</b> <b>Relazione generale</b>	<b>ELABORATO</b> <b>RG</b> <span style="font-size: 2em;"><b>0010</b></span>																								
<b>NOME FILE</b> RG_0010_rel generale_r01.doc																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">REV</th> <th style="width: 10%;">DATA</th> <th style="width: 50%;">DESCRIZIONE</th> <th style="width: 10%;">REDATTO</th> <th style="width: 10%;">VERIFICATO</th> <th style="width: 10%;">APPROVATO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00</td> <td>27/05/2019</td> <td>EMISSIONE</td> <td>Vari</td> <td>V.Roso</td> <td>A.Susani</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>19/06/2019</td> <td>MODIFICA PER RECEPIMENTO OSSERVAZIONI INVITALIA</td> <td>Vari</td> <td>V.Roso</td> <td>A.Susani</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	00	27/05/2019	EMISSIONE	Vari	V.Roso	A.Susani	01	19/06/2019	MODIFICA PER RECEPIMENTO OSSERVAZIONI INVITALIA	Vari	V.Roso	A.Susani							
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO																				
00	27/05/2019	EMISSIONE	Vari	V.Roso	A.Susani																				
01	19/06/2019	MODIFICA PER RECEPIMENTO OSSERVAZIONI INVITALIA	Vari	V.Roso	A.Susani																				



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO AMMINISTRATIVO .....</b>	<b>8</b>
2.1	ITER AMMINISTRATIVO .....	8
2.1.1	Accordo di Programma per Trieste del 30 gennaio 2014.....	8
2.1.2	Delibera CIPE n. 40/2014 .....	9
2.1.3	Accordo di Programma ai sensi dell'art. 252-bis del D.Lgs. n. 152/2006.....	9
2.1.4	Accordo di Programma Quadro del 7 agosto 2015 .....	10
2.1.5	Nomina del Commissario Straordinario .....	10
2.1.6	Progetto integrato predisposto dal Soggetto privato .....	11
2.2	PIANO ECONOMICO .....	11
<b>3</b>	<b>CONTENUTI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE .....</b>	<b>12</b>
3.1	APPROCCIO PROGETTUALE.....	12
3.2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....	13
<b>4</b>	<b>PROCEDURA AUTORIZZATIVA .....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL SITO .....</b>	<b>18</b>
5.1	AREA DI INTERVENTO .....	18
5.1.1	Evoluzione dell'area di stabilimento.....	18
5.1.2	Regime delle proprietà .....	19
<b>6</b>	<b>ASPETTI GEOLOGICI .....</b>	<b>21</b>
6.1	INQUADRAMENTO .....	21
6.2	INDAGINI ESEGUITE.....	23
6.2.1	Indagini pregresse.....	23
6.2.2	Nuove indagini integrative .....	25
6.3	PROFILO STRATIGRAFICO.....	26
6.4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO .....	28
<b>7</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....</b>	<b>31</b>
7.1.1	Coefficienti di permeabilità.....	31
7.1.2	Parametri geotecnici .....	31
<b>8</b>	<b>MODELLO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>33</b>
8.1	PREMESSA .....	33
8.2	LAVORI PREGRESSI.....	34
8.3	MODELLO GEOLOGICO .....	34
8.4	MODELLO IDROGEOLOGICO .....	37

8.4.1	<i>Il modello "Rio Primario"</i> .....	41
8.4.2	<i>Il modello "Mandracchio"</i> .....	44
8.5	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA.....	47
8.5.1	<i>Il modello "Rio Primario"</i> .....	48
8.5.2	<i>Il modello "Mandracchio"</i> .....	51
8.5.3	<i>Intercettazione acque drenate dal Rio Primario</i> .....	54
8.5.4	<i>Monitoraggio e caratterizzazione del drenaggio Rio Primario</i> .....	57
8.6	CONCLUSIONI.....	58
<b>9</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE DI MISO DELLA FALDA</b> .....	<b>59</b>
9.1	CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE DI FALDA .....	59
9.1.1	<i>Risultati analitici complessivi dei monitoraggi</i> .....	59
9.1.2	<i>Divisione in zone a diversa contaminazione</i> .....	62
9.2	MARGINAMENTO .....	64
9.2.1	<i>Zona 1: Banchina Parco Fossile</i> .....	65
9.2.2	<i>Zona 2: Banchina Parco Minerali</i> .....	67
9.2.3	<i>Zona 3: Area ex- Parco Ghisa</i> .....	68
9.3	TRINCEA DRENANTE E SOLLEVAMENTI .....	69
9.4	SOLLEVAMENTO E TRAFERIMENTO DELLE ACQUE DI FALDA .....	72
9.4.1	<i>Modellazione del sistema di trasferimento</i> .....	73
9.5	BARRIERA IDRAULICA LUNGO RIO PRIMARIO .....	76
9.6	IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUE DI FALDA - TAF .....	78
9.6.1	<i>Caratteristiche funzionali e tipologia di trattamento</i> .....	78
9.6.2	<i>Calcolo delle concentrazioni in Input al TAF</i> .....	80
9.6.3	<i>Concentrazioni da rispettare allo scarico</i> .....	83
9.6.1	<i>Punto di scarico finale</i> .....	86
9.7	RIPRISTINI PAVIMENTAZIONI MISO SUOLI .....	87
<b>10</b>	<b>MODALITÀ DI GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA</b> .....	<b>89</b>
10.1	STATO DI QUALITÀ DEI SUOLI .....	89
10.2	MODALITÀ DI GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA DALLE ATTIVITÀ DI PROGETTO.....	89
10.3	RIMOZIONE CUMULI INTERFERENTI E SALPAMENTI .....	91
10.4	MATERIALI DI RISULTA DA ESECUZIONE WALL PILE E PALI COMPENETRATI .....	92
10.5	MATERIALI DI RISULTA DALLA REALIZZAZIONE DELLA TRINCEA DRENANTE .....	92
10.6	DEMOLIZIONI .....	93
10.7	DIAGRAMMA DI FLUSSO DEI MATERIALI .....	93
10.8	VERIFICHE ANALITICHE SUI MATERIALI .....	96
10.9	INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPIANTI DI SMALTIMENTO .....	96
<b>11</b>	<b>OPERE DI DIFESA SPONDALE</b> .....	<b>100</b>
11.1	CONDIZIONI METEO-MARINE.....	100
11.2	PROTEZIONE DI SPONDA .....	102
<b>12</b>	<b>GESTIONE ACQUE METEORICHE BANCHINA PARCO FOSSILI</b> .....	<b>104</b>

12.1	INTRODUZIONE .....	104
12.2	RETE .....	104
12.3	TRATTAMENTO DELLA PRIMA PIOGGIA .....	104
12.4	SCARICO A MARE .....	105
<b>13</b>	<b>GESTIONE INTERFERENZE .....</b>	<b>106</b>
<b>14</b>	<b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO PRESENZA ORDIGNI BELLICI.....</b>	<b>110</b>
14.1	PREMESSA .....	110
14.2	VALUTAZIONE DEL RISCHIO BELLICO NELL'AMBITO DEL COORDINAMENTO IN FASE DI PROGETTAZIONE 110	
14.3	GESTIONE DELLE PROBLEMATICHE CONNESSE AL RISCHIO BELLICO IN FASE DI ESECUZIONE DEI LAVORI 112	
14.3.1	<i>Bonifiche belliche preventive .....</i>	<i>112</i>
14.3.2	<i>Analisi strumentali integrative .....</i>	<i>113</i>
14.3.3	<i>Sequenza operativa prevista .....</i>	<i>114</i>
<b>15</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE E TEMPI DI ESECUZIONE .....</b>	<b>116</b>
15.1	PREMESSA .....	116
15.2	TEMPI DI ESECUZIONE .....	117
15.3	ESECUZIONE LAVORI IN PRESENZA DI ATTIVITÀ PRODUTTIVE .....	118
15.3.1	<i>Aree di cantiere .....</i>	<i>118</i>
15.3.2	<i>Accessibilità alle aree di intervento .....</i>	<i>119</i>
15.4	SEQUENZE DI CANTIERE .....	119
<b>16</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>121</b>
16.1	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	121
16.2	MONITORAGGIO DELL'EFFICACIA DELLE MISURE ADOTTATE.....	123
<b>17</b>	<b>QUADRO ECONOMICO E STIMA DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>124</b>
17.1	QUADRO ECONOMICO E STIMA DELL'INTERVENTO.....	124
17.2	APPLICAZIONE ART. 106 COMMA 1, LETTERA A) DEL D.LGS 50/2016.....	125
<b>18</b>	<b>OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI DELLO SCREENING VIA.....</b>	<b>126</b>
<b>19</b>	<b>ELENCO DEGLI ELABORATI COSTITUENTI IL PROGETTO.....</b>	<b>128</b>

## 1 PREMESSA

La presente Progettazione Definitiva della "Messa in sicurezza della Ferriera di Servola (Trieste) attraverso interventi di marginamento fisico dell'area demaniale in concessione e di trattamento delle acque di falda contaminate" costituisce l'attuazione dei presidi ambientali previsti dall'Accordo di Programma Quadro per l'attuazione del "Progetto integrato di messa in sicurezza, bonifica e di reindustrializzazione dello stabilimento della Ferriera di Servola (TS), ai sensi dell'articolo 252-bis del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. - Asse I, Azione II: Programma degli interventi di messa in sicurezza dell'area, da realizzare con finanziamento pubblico" è stato siglato il 7 agosto 2015 tra Ministero dello Sviluppo Economico, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, l'Agenzia per la Coesione Territoriale e la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

L'Accordo di Programma Quadro ha come oggetto la progettazione e la realizzazione degli interventi individuati nel Programma di interventi di messa in sicurezza dell'area da realizzare con finanziamento pubblico (Asse I - Azione II) di cui all'Accordo di Programma del 2014: detti interventi sono stati definiti nello Studio di fattibilità elaborato da INVITALIA/IAP, approvato in data 17 ottobre 2014 dalla Conferenza di Servizi dei sottoscrittori dell'Accordo di Programma del 30 gennaio 2014 e allegato all'Accordo ex 252-bis sottoscritto il 21 novembre 2014 con il soggetto privato.

Gli interventi di messa in sicurezza di competenza pubblica ed oggetto dell'accordo quadro consistono in:

- a) realizzazione del marginamento fisico fronte mare dell'intera area demaniale in concessione con annessa barriera idraulica, in continuità con le opere previste dal II stralcio della Piattaforma Logistica, nonché esecuzione delle indagini integrative funzionali alla progettazione;
- b) realizzazione dell'impianto di depurazione per il trattamento delle acque di falda contaminate. Gli oneri di gestione dell'impianto di trattamento sono a carico del concessionario; qualora detto impianto di trattamento delle acque di falda emunte sia dimensionato anche per trattare altre acque emunte o di scarico, ai costi di gestione dell'impianto medesimo parteciperanno pro quota, comprensiva di oneri di ammortamento, oltre al concessionario anche gli altri soggetti pubblici o privati interessati.

A carico della presente progettazione sono:

- **realizzazione del marginamento fisico fronte mare dell'intera area demaniale in concessione con annessa barriera idraulica, in continuità con le opere previste dal II stralcio della Piattaforma Logistica;**
- **realizzazione dell'impianto di depurazione per il trattamento delle acque di falda contaminate.**

Le attività ricadono sotto la competenza del Presidente della Regione FVG che, con DPCM del 7 agosto 2015, rinnovata ad aprile 2019, è stato nominato Commissario Straordinario per

l'attuazione del programma degli interventi di competenza pubblica supportato nell'attuazione degli interventi pubblici da Invitalia, soggetto preposto all'attuazione del Progetto integrato ai sensi dell'art. 252-bis nonché di Centrale di committenza con funzioni di Stazione appaltante.

L'intervento deve essere realizzato all'interno di un quadro territoriale articolato ed in evoluzione ed è integrato con altri interventi e opere previsti nell'area della Ferriera:

- "Progetto integrato di messa in sicurezza, riconversione industriale e sviluppo economico produttivo della Ferriera di Servola", elaborato della Siderurgica Triestina Srl e approvato con prescrizioni dalla Conferenza dei Servizi del 5 ottobre 2015 nell'ambito della procedura ex art. 252 - bis del D.Lgs. n. 152/06;
- "Modello idrogeologico dell'area dello stabilimento Ferriera di Servola (TS)", elaborato dall'Università di Trieste - Dipartimento di Ingegneria e Architettura per conto della Siderurgica Triestina Srl e trasmesso dall'azienda in data 1 marzo 2016;
- "Perizie di variante, prima e seconda, dei lavori per la realizzazione della Piattaforma Logistica dell'Autorità Portuale di Trieste relativamente al 1° Stralcio, in corso di esecuzione
- "previsoni di sviluppo dell'area della Piattaforma Logistica";
- avanzamenti della progettazione definitiva delle opere di 2° Stralcio.

La specificità dell'intervento e la sua maggiore criticità è da individuarsi nell'operare all'interno di un ambito produttivo pienamente operativo. Per tale circostanza, le scelte progettuali nella individuazione delle lavorazioni, delle tecnologie di intervento, nella cantierizzazione sono state effettuate con lo scopo di raggiungere la piena funzionalità degli interventi minimizzando gli impatti sulla continuità produttiva dell'impianto.

Risulta, comunque, di fondamentale importanza per l'eseguibilità degli interventi e la minimizzazione degli impatti con le attività della Ferriera, una definizione dei cronoprogrammi dei lavori che tenga conto delle interferenze con le attività di produzione con partecipazione attiva e governo del privato che si è impegnato "al coordinamento con Invitalia per la realizzazione degli interventi" (cfr. Decreto congiunto MISE - MATTM. art. 4, co. 3, lett. e).

Assegnatario dei servizi di ingegneria per i rilievi topografici, per la progettazione definitiva e per la progettazione esecutiva delle attività è risultato il raggruppamento temporaneo di progettisti costituito da Studio Altieri S.p.A. (Mandataria), SQS Srl, Arcomai, Progettando Srl e dal Prof. Geol. Andrea Borgia (Mandanti) appositamente costituita il 20/11/2017 per gli scopi dei servizi da prestare.

## 2 QUADRO AMMINISTRATIVO

### 2.1 Iter amministrativo

L'iter amministrativo che ha portato alla pubblicazione del bando per la progettazione definitiva ed esecutivo dell'intervento in oggetto, si compone di diversi passaggi di seguito descritti

#### 2.1.1 Accordo di Programma per Trieste del 30 gennaio 2014

L'Accordo di Programma del 30 gennaio 2014 per la "disciplina degli interventi relativi alla riqualificazione delle attività industriali e portuale e del recupero ambientale dell'area di crisi complessa di Trieste" - sottoscritto, tra gli altri, dal Ministero dello Sviluppo Economico, dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e da Invitalia - prevede un'ampia manovra nell'area industriale e portuale di Trieste attraverso due assi di intervento:

- 1) ASSE I - Progetto integrato di messa in sicurezza e di reindustrializzazione del sito della Ferriera di Servola ai sensi dell'articolo 252-bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;
- 2) ASSE II - Intervento di riconversione e riqualificazione produttiva dell'area di crisi industriale complessa di Trieste.

Le linee di azione dell'Asse I costituiscono, ai sensi dell'art. 252-bis del D.Lgs. 152/2006, il contenuto essenziale del "Progetto integrato di messa in sicurezza e di reindustrializzazione del sito della Ferriera di Servola" e prevede tre linee di azione distinte:

- L'Azione I stabilisce gli interventi di messa in sicurezza a carico del soggetto privato non responsabile della contaminazione, al fine di garantire la fruizione dell'area e la continuità delle attività produttive nel sito in condizioni di sicurezza sanitaria e ambientale rispetto ai rischi derivanti dalla contaminazione delle aree. I principali interventi a carico del privato consistono nella rimozione di rifiuti, nella messa in sicurezza operativa del sito e nella compartecipazione al progetto pubblico di messa in sicurezza della falda;
- L'Azione II definisce gli ulteriori interventi per il completamento della messa in sicurezza da realizzare con finanziamento pubblico, in sostituzione del soggetto responsabile della contaminazione (barriera fisica fronte mare dell'area demaniale in concessione; realizzazione dell'impianto di trattamento delle acque di falda) al fine di garantire una adeguata sicurezza sanitaria ed ambientale delle aree e impedire l'ulteriore propagazione dei contaminanti;
- L'Azione III indica gli interventi di massima necessari al rinnovo dell'Autorizzazione integrata ambientale ai sensi dell'art. 29-sexies del D.Lgs. 152/2006, interventi di competenza del soggetto privato non responsabile che ha perfezionato l'acquisto dello stabilimento dalla precedente proprietà.

L'Asse II prevede lo sviluppo da parte di Invitalia di un Progetto di Riconversione e Riqualificazione produttiva dell'area di crisi industriale complessa di Trieste (PRRI), in coerenza con gli obiettivi di messa in sicurezza e bonifica adottati ai sensi dell'art. 252-bis del D.Lgs.

152/2006. Nel marzo 2016 Invitalia ha aperto i termini per raccogliere le manifestazioni di interesse ad investire nell'area di crisi industriale complessa di Trieste. A questa fase conoscitiva seguirà la messa a punto dei fabbisogni di sviluppo dell'area e l'attivazione dei relativi strumenti agevolativi, nazionali e regionali.

### *2.1.2 Delibera CIPE n. 40/2014*

Con Delibera CIPE n. 40 del 30 ottobre 2014 sono stati assegnati alla Regione Friuli Venezia Giulia 15,4 milioni di euro a valere sul Fondo Sviluppo Coesione 2014-2020, a integrazione dell'importo già assegnato alla Regione di 26,1 milioni di euro a valere sul Fondo Sviluppo Coesione 2007-2013, per l'integrale copertura finanziaria degli interventi di competenza pubblica per la messa in sicurezza della falda dello stabilimento Ferriera di Servola, ricadente nel SIN di Trieste ed "area in situazione di crisi industriale complessa".

La documentazione tecnico-amministrativa a supporto della definizione degli interventi pubblici e del loro finanziamento è stata predisposta da Invitalia, individuata quale soggetto preposto all'attuazione ai sensi dell'articolo 252-bis, comma 10, del D.Lgs. 152/2006.

### *2.1.3 Accordo di Programma ai sensi dell'art. 252-bis del D.Lgs. n. 152/2006*

AI fini dell'attuazione del progetto integrato di messa in sicurezza, riconversione industriale e sviluppo economico produttivo nell'area della Ferriera di Servola, in data 21 novembre 2014 è stato sottoscritto l'Accordo di Programma ai sensi dell'articolo 252-bis tra la parte pubblica (Ministero dello Sviluppo Economico e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, d'intesa con la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e l'Autorità Portuale di Trieste) e il soggetto privato non responsabile della contaminazione e acquirente delle aree di stabilimento a seguito di procedura fallimentare (Siderurgica Triestina Srl, gruppo Arvedi).

Con la stipula dell'accordo il soggetto privato si è impegnato a realizzare la bonifica del sito e il piano industriale, investendo complessivamente 174 milioni di euro in tre anni e mantenendo tutte le maestranze. Gli interventi per la messa in sicurezza dell'area, oggetto di proposta tecnica della società Siderurgica Triestina Srl e pertanto non di competenza del presente Studio di Fattibilità, riguardano le seguenti misure/azioni:

- a) rimozione e smaltimento del cumulo di rifiuti presente nell'area demaniale e localizzato prevalentemente su p.c.n. 3003/3 del C.C. S.M. Inferiore, Sezione S, come deliberato dalla Conferenza di Servizi decisoria del 6 agosto 2012;
- b) rimozione di altri eventuali depositi incontrollati di rifiuti, rinvenuti nelle aree di proprietà di Servola o nell'area demaniale in concessione;
- c) misure di messa in sicurezza operativa del suolo, quali rimozione di hot spot e coperture idonee a mitigare o interrompere i percorsi di esposizione, con relativa analisi di rischio;
- d) compartecipazione alla realizzazione del progetto pubblico di messa in sicurezza della falda di cui all'Azione II, consistente nella realizzazione del marginamento fisico dell'area

demaniale in concessione e dell'impianto di depurazione per il trattamento delle acque emunte, nonché agli oneri di gestione di detto impianto.

#### *2.1.4 Accordo di Programma Quadro del 7 agosto 2015*

L'Accordo di Programma Quadro per l'attuazione del "Progetto integrato di messa in sicurezza, bonifica e di reindustrializzazione dello stabilimento della Ferriera di Servola (TS), ai sensi dell'articolo 252-bis del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. - Asse I, Azione II: Programma degli interventi di messa in sicurezza dell'area, da realizzare con finanziamento pubblico" è stato siglato il 7 agosto 2015 tra Ministero dello Sviluppo Economico, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, l'Agenzia per la Coesione Territoriale e la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

L'Accordo di Programma Quadro ha come oggetto la progettazione e la realizzazione degli interventi individuati nel Programma di interventi di messa in sicurezza dell'area da realizzare con finanziamento pubblico (Asse I - Azione II) di cui all'Accordo di Programma del 2014: detti interventi sono stati definiti nello Studio di fattibilità elaborato da INVITALIA/IAP, approvato in data 17 ottobre 2014 dalla Conferenza di Servizi dei sottoscrittori dell'Accordo di Programma del 30 gennaio 2014 e allegato all'Accordo ex 252-bis sottoscritto il 21 novembre 2014 con il soggetto privato.

Gli interventi di messa in sicurezza finanziati con risorse pubbliche consistono in:

- c) realizzazione del marginamento fisico fronte mare dell'intera area demaniale in concessione con annessa barriera idraulica, in continuità con le opere previste dal II stralcio della Piattaforma Logistica, nonché esecuzione delle indagini integrative funzionali alla progettazione;
- d) realizzazione dell'impianto di depurazione per il trattamento delle acque di falda contaminate. Gli oneri di gestione dell'impianto di trattamento sono a carico del concessionario; qualora detto impianto di trattamento delle acque di falda emunte sia dimensionato anche per trattare altre acque emunte o di scarico, ai costi di gestione dell'impianto medesimo parteciperanno pro quota, comprensiva di oneri di ammortamento, oltre al concessionario anche gli altri soggetti pubblici o privati interessati.

I suddetti interventi vanno a completare, come previsto dall'AdP, gli interventi di messa in sicurezza di competenza del soggetto privato, al fine di garantire una adeguata sicurezza sanitaria ed ambientale delle aree e impedire l'ulteriore propagazione dei contaminanti.

#### *2.1.5 Nomina del Commissario Straordinario*

Il "Commissario Straordinario per l'attuazione dell'Accordo di Programma per l'area della Ferriera di Servola", individuato nel Presidente della Regione, è stato nominato con DPCM del 7 agosto 2015.

Il Commissario Straordinario è responsabile degli interventi nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro e ha in capo le competenze di pianificazione, organizzazione, valutazione e

monitoraggio del processo operativo di attuazione dell'accordo nonché gli obblighi di rendicontazione dei fondi; a tal fine è attivata un'apposita Struttura Commissariale con risorse umane interne all'amministrazione regionale e ad altre pubbliche amministrazioni.

Come previsto dagli accordi e dagli atti istituzionali, il Commissario si avvale di INVITALIA per l'espletamento delle sue funzioni, che opererà in qualità di "Centrale di Committenza con funzione di Stazione Appaltante dei lavori" ai sensi dell'art. 33, co. 3, del D.Lgs. 163/2006.

### *2.1.6 Progetto integrato predisposto dal Soggetto privato*

Come previsto dall'Accordo di Programma ai sensi dell'art. 252-bis del D.Lgs. n. 152/2006, la Siderurgica Triestina Srl ha predisposto il "Progetto integrato di messa in sicurezza, riconversione industriale e sviluppo economico produttivo della Ferriera di Servola", elaborato nel settembre 2015.

Il Progetto Integrato è stato approvato nell'ambito della procedura ex art. 252-bis del D.Lgs. n. 152/06 con Decreto congiunto del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, in conformità alle determinazioni e alle relative prescrizioni formulate dalla Conferenza dei Servizi del 5 ottobre 2015.

Il Decreto dispone, tra l'altro, le modalità e i termini per l'attuazione degli interventi in capo al Soggetto privato, quali l'attivazione delle misure di prevenzione, l'implementazione dei risultati dell'Analisi di rischio, l'attuazione della messa in sicurezza operativa dei suoli e della falda nonché l'esecuzione dei piani di monitoraggio.

Riguardo alla messa in sicurezza della falda, il Decreto dispone all'art. 4, co. 3, gli obblighi del Soggetto privato in merito alla trasmissione del Modello idrogeologico aggiornato (lettera a), alla trasmissione del Progetto di messa in sicurezza operativa delle acque di falda (lettera b), al mantenimento della barriera idraulica fino all'entrata in funzione dell'impianto TAF da realizzarsi da parte del soggetto pubblico (lettera c) e al coordinamento con Invitalia per la realizzazione degli interventi (lettera e).

## **2.2 Piano economico**

La copertura finanziaria degli interventi di messa in sicurezza di competenza del pubblico e oggetto dell'Accordo di Programma Quadro del 2015 è assistita da finanziamento così composto:

- 26,1 milioni di euro a valere sulle risorse FSC assegnate alla Regione Friuli Venezia Giulia dalla delibera CIPE n. 1/2011, per il periodo 2007-2013 (PAR FSC - Asse 2 Ambiente - Obiettivo 2.1 Riduzione della pressione del sistema degli insediamenti sull'Alto Adriatico - Linea d'azione 2.1.1 Ripristino ambientale del Sito Inquinato di Interesse Nazionale di Trieste a fini di riconversione e sviluppo produttivo);
- ulteriori 15,4 milioni di euro a valere sulle risorse FSC 2014-2020, assegnati dal CIPE alla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia in via definitiva nella seduta del 30 ottobre 2014, con delibera n. 40/2014.

### 3 CONTENUTI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

#### 3.1 Approccio progettuale

Al fine di condividere ogni informazione e proposta tecnica funzionale al raggiungimento degli obiettivi della progettazione, l'RTP ha tenuto un continuo confronto con INVITALIA, rendendosi disponibile a incontri con tutti i Soggetti istituzionali interessati, in particolare con la Struttura Commissariale, Regione FVG, Provincia di Trieste, ARPA FVG, ASdPMO, Capitaneria, Soprintendenza ai Beni Culturali ed Archeologici, Acegas APS (soggetto gestore del servizio idrico integrato) nonché con il soggetto privato non responsabile della contaminazione (Siderurgica Triestina Srl), con le società incaricate della esecuzione delle campagne di indagine geognostiche e di monitoraggio ambientale propedeutiche alla progettazione e con Rina Check, società incaricata della verifica di validabilità del progetto.

Tra i gli incontri di maggior rilievo, si segnalano quelli per:

- Confronto con gli enti sul piano di indagini geognostiche integrativo definito dalla Stazione Appaltante e affidato, con gara separata, a società specializzata;
- Partecipazione a tavoli tecnici con Siderurgica Triestina per la descrizione degli interventi e recupero di documentazione;
- Presentazione agli enti della versione preliminare del modello idrogeologico di progetto;
- Presentazione agli enti della versione finale del modello idrogeologico di progetto sulla scorta dei dati derivati dalle campagne di indagine geognostiche e di monitoraggio;
- Partecipazione, in qualità di parte potenzialmente interessata dagli sviluppi, a tavoli tecnici coordinati da ARPA FVG sulle tematiche del piezometro Pz2bis costituenti procedura di infrazione per Siderurgica Triestina;
- Tavolo tecnico con ASdPMO di descrizione degli interventi lungo la costa;
- Presentazione alla Soprintendenza archeologia, belle arti e paesaggio del Friuli Venezia Giulia del documento di VIARC (trasmessa via pec in data 14/05 u.s. dal *Commissario straordinario per l'attuazione dell'accordo di programma per l'area della Ferriera di Servola*)

La documentazione di riferimento utilizzata in questa fase di progettazione è costituita da dati, studi e progetti agli atti del MATTM - Direzione per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque, nonché dalle ulteriori informazioni rese disponibili dalle Amministrazioni e dagli Enti locali competenti. In particolare sono stati esaminati:

- Risultati della caratterizzazione dei suoli e delle acque sotterranee nell'area dello stabilimento siderurgico di Servola: aree private (2005), aree demaniali (2008); Analisi di Rischio; Preliminare di Progetto di Messa in Sicurezza Permanente (Servola SpA);
- Progetto esecutivo della Piattaforma Logistica: I Stralcio (Autorità Portuale di Trieste);

- Perizie di variante (Prima e Seconda) della Piattaforma Logistica: I Stralcio (Autorità Portuale di Trieste);
- Progetto definitivo della Piattaforma Logistica: II Stralcio (Autorità Portuale di Trieste), non approvato;
- Progetto integrato di messa in sicurezza, riconversione industriale e sviluppo economico produttivo della Ferriera di Servola (Siderurgica Triestina Srl, 2015);
- Modello idrogeologico dell'area dello stabilimento Ferriera di Servola (elaborato dall'Università di Trieste per conto di Siderurgica Triestina Srl, 2016);
- Report Trimestrali delle attività in corso (Siderurgica Triestina Srl, 2015-2019);
- Report della campagna di indagini geognostiche integrativa a supporto della progettazione (Invitalia, marzo 2019);
- Dati delle campagne di monitoraggio ambientali sulle acque e piezometriche integrative a supporto della progettazione (Invitalia, in corso e trasmessi fino ad aprile 2019).

### **3.2 Descrizione degli interventi**

L'intervento di messa in sicurezza operativa delle acque di falda della Ferriera di Servola ha la funzione di:

- confinare i materiali di riporto costituenti il sedime della Ferriera impedendo le azioni di lisciviazione per effetto della marea;
- intercettare le acque di falda contaminate che, attraversati i terreni di riporto, raggiungono il mare;
- trattare le acque contaminate prima dello scarico a mare.

Il fronte di interessato dall'intervento è compreso tra la Piattaforma Logistica di Trieste a nord-ovest e la darsena da diporto a sud-est, in prossimità dello scarico del Rio Primario.

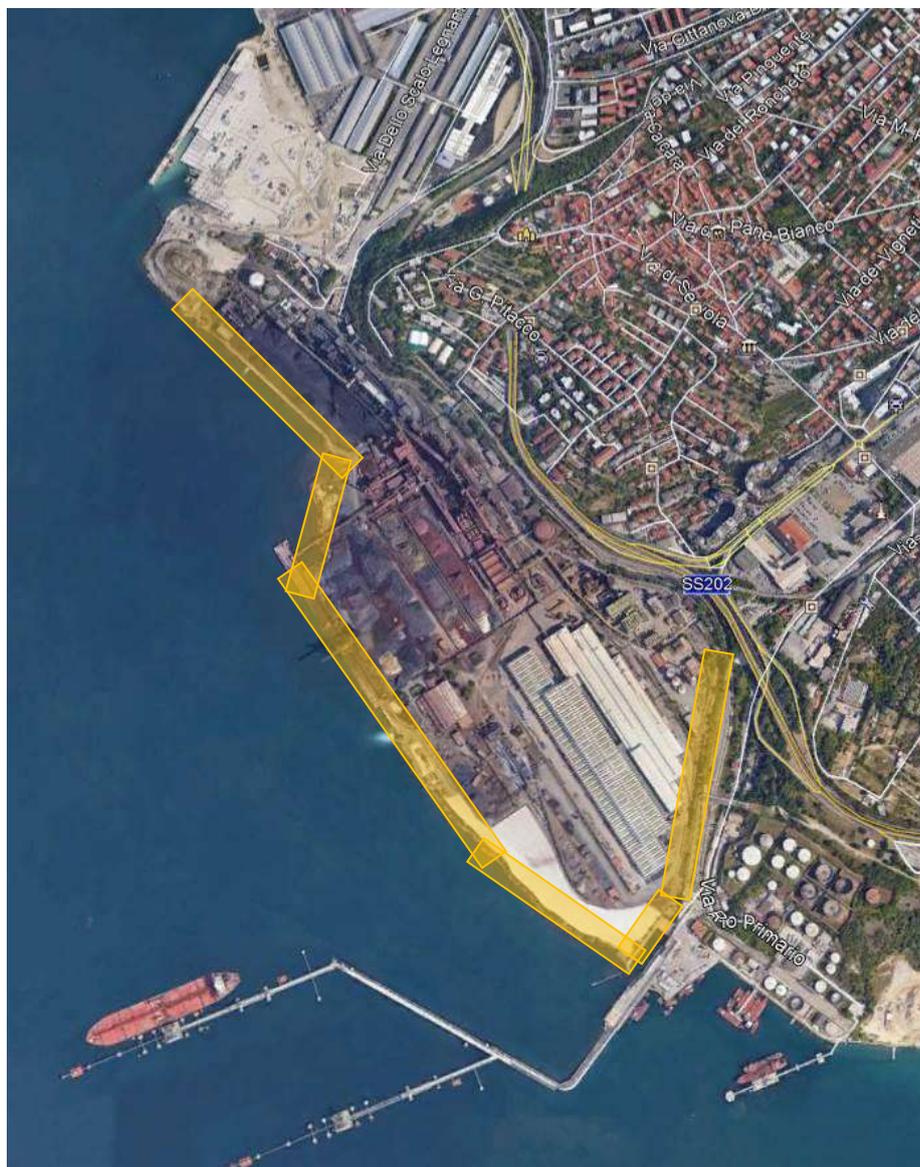


Figura 3-1 – Vista aerea delle area interessate dalle opere di MISO (campite).(immagine da GoogleEarth)

Si riporta di seguito l'elenco delle opere da realizzare e delle attività da svolgere:

1. Rimozione di vegetazione e argini nelle aree interferenti con le lavorazioni di progetto;
2. Avvio bonifica ordigni bellici a terra in aree pozzi e scavi condotte di adduzione al TAF.
3. Analisi strumentale integrativa per riscontro anomalie magnetiche in aree a mare e a terra
4. Bonifica ordigni bellici a mare (area fronte parco fossile);
5. Diaframma realizzato per uno sviluppo di circa 1750m in prossimità del limite di costa con tecnologie differenti in funzione delle condizioni dei terreni interessati e delle aree

dell'impianto impegnate: wall pile, realizzato con tecnologia tipo O-Pile o similare, a mare nella zona della banchina antistante il parco fossili; pali secanti realizzati con tecnologia CFA o a doppia testa nel retrobanchina parco minerali; pali secanti con tecnologia tradizionale con bucket nella porzione antistante l'ex parco ghisa. La tecnologia cutter soil mixing (CSM) impiegata in PLT non è stata prevista date le difficoltà riscontrate nella sua esecuzione nel cantiere della PLT. Il diaframma si estende verso la Piattaforma per congiungersi al tratto di diaframma in fase di esecuzione nella zona del "Nasone".

6. Esecuzione di tiranti per la stabilità del tratto wall pile a mare con i fondali in accosto più profondi;
7. Realizzazione di un sistema di protezione catodica ad anodi sacrificali della superficie metallica del wall pile a contatto con l'acqua di mare.
8. Trincea per il drenaggio delle acque di falda nel fronte trasmissivo a monte idrogeologico del diaframma; la trincea si completa con le pompe per il convogliamento delle acque all'impianto di trattamento dedicato.
9. Barriera idraulica realizzata con 10 pozzi disposti lato Ferriera parallelamente al tracciato del Rio Primario per l'intercettazione delle acque drenate dalla Ferriera verso il Rio Primario.
10. Ripristino delle pavimentazioni di MISO dei suoli eseguite da Siderurgica Triestina e demolite per l'esecuzione dei diaframmi e degli scavi per la posa della trincea drenante.
11. Impianto di trattamento delle acque di falda captate (TAF).
12. Rimozione di blocchi e trovanti sul limite di costa antistante l'ex parco ghisa;
13. Protezione di sponda a scogliera delle aree antistanti l'ex parco ghisa liberate da trovanti;
14. Rete di smaltimento acque piovane e sistema di trattamento delle acque di prima pioggia nella zona di "banchina" sostenuta dal wall pile; scarico a mare delle acque meteoriche trattate e di quelle sfiorate di "seconda pioggia".
15. Impianti elettrici di alimentazione dei sollevamenti e del TAF
16. Impianti speciali e relative predisposizioni per la trasmissione di segnali dagli impianti di sollevamento e dal TAF.

Il quadro economico delle opere è riportato nel capitolo 17, al quale si rimanda.

La quasi totalità degli interventi ricade in area demaniale, ad eccezione del barrieramento idraulico lungo il Rio Primario deviato, che interessa anche aree di proprietà di Siderurgica Triestina.

## 4 PROCEDURA AUTORIZZATIVA

L'approvazione degli interventi di messa in sicurezza del presente progetto, avverrà sulla base dell'art.252 bis, comma 8, del d.lgs.152/06 e ss.mm.ii, che riporta:

*"8. Gli interventi per l'attuazione del progetto integrato sono autorizzati e approvati con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e del Ministro dello sviluppo economico sulla base delle determinazioni assunte in Conferenza di Servizi indetta dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare ai sensi dell'articolo 14 e seguenti della legge 7 agosto 1990, n. 241. Alla Conferenza di Servizi partecipano tutti i soggetti pubblici firmatari dell'accordo di programma o titolari dei procedimenti di approvazione e autorizzazione, comunque denominati, aventi ad oggetto gli interventi, le opere e le attività previste dall'accordo medesimo, nonché i soggetti interessati proponenti. L'assenso espresso dai rappresentanti degli enti locali sulla base delle determinazioni a provvedere degli organi competenti, sostituisce ogni atto di competenza di detti enti."*

Il successivo comma 9, inoltre stabilisce che *"9. Fatta salva l'applicazione delle norme in materia di valutazione di impatto ambientale e di autorizzazione ambientale integrata, i decreti di cui al comma 8 autorizzano gli interventi di messa in sicurezza e di bonifica nonché la costruzione e l'esercizio degli impianti e delle opere connesse"*.

È stata quindi attivata la procedura di verifica VIA, in quanto l'intervento ricade tra quelli di cui alla lettera n), Allegato IV alla Parte II del D.Lgs. 152/06, ovvero:

### 7. Progetti di infrastrutture:

- n) opere costiere destinate a combattere l'erosione e lavori marittimi volti a modificare la costa, mediante la costruzione di dighe, moli ed altri lavori di difesa del mare;

con riduzione percentuale della soglia ai sensi del DM 52/2015 in riferimento al criterio: "Localizzazione dei progetti: "zone costiere" - "territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 m dalla linea di battigia, anche per terreni elevati sul mare";

La verifica di assoggettabilità si è conclusa con parere favorevole con prescrizioni (cfr. § 18) e non assoggettabilità alla VIA, con Decreto n° 2046/AMB del 10.05.2019 della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

Con trasmissione dell'Ufficio Commissariale, è stata presentata alla Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio del Friuli Venezia Giulia, istanza di procedura VIARC per la quale si è in attesa di riscontro.

L'area di progetto, infine, ricade nel vincolo paesaggistico di fascia di rispetto dei territori costieri, disciplinati dall'Art. 21 delle NTA del Piano Paesaggistico Regionale-FVG:

*"b) Sono ammissibili con autorizzazione paesaggistica, fermi restando tutti i casi di non ammissibilità indicati alla precedente lettera a), i seguenti interventi:*

(...)

8) sistemazioni idrauliche e relative opere di difesa coerenti con i piani di assetto idrogeologico, utilizzando tecnologie e materiali appropriati ai caratteri del contesto e opere di mitigazione degli effetti indotti dagli interventi; (...).”

Da qui la necessità di redigere la relazione paesaggistica per ottenere l'autorizzazione paesaggistica, parte integrante della presente progettazione definitiva.

Infine, per quanto attiene al rispetto degli obblighi prescritti dal Disciplinare di gara, all'avvio della fase della progettazione definitiva, l'RTP ha provveduto:

- All'esecuzione di un rilievo topografico con laser scanner dell'intera Ferriera di Servola;
- Alla esecuzione di rilievo side scan sonar della batimetria antistante la linea di costa dell'area di intervento;
- Alla esecuzione di riprese ortofotografiche dell'area ad integrazione del rilievo da terra con drone

Mentre la Stazione Appaltante ha appaltato:

- L'esecuzione di alcuni sondaggi geognostici integrativi, alla effettuazione delle prove geotecniche ad integrazione dei risultati già disponibili necessari per la verifica dei parametri geotecnici di resistenza dei terreni e della permeabilità;
- L'esecuzione di campagne di monitoraggio integrative di piezometri con registrazione in continuo dei dati di falda e analisi delle caratteristiche chimiche delle acque.

Nel tempo successivo all'avvio delle attività e propedeutico alla progettazione definitiva di cui si riferisce è stata redatta e trasmessa alla stazione appaltante la VIARC per la trasmissione alla Soprintendenza.

## 5 INQUADRAMENTO DEL SITO

### 5.1 Area di intervento

L'area di intervento coincide con lo stabilimento della Ferriera di Servola, ubicato nel territorio comunale di Trieste e ricompreso all'interno del perimetro del SIN di Trieste (individuato con D.M. 18 settembre 2001 n. 468, con un'estensione a terra di circa 500 ettari oltre 1.200 ettari di superficie marina).

L'impianto siderurgico nasce negli ultimi anni del XIX secolo con lo scopo di fornire ghisa e ferroleghie all'impero Austro-Ungarico. Dal 1913 in poi si assiste ad un progressivo ampliamento dell'impiantistica con la costruzione di nuovi altiforni e aree di fonderia. Sul finire degli anni '90 vengono riavviati gli impianti spenti nel corso degli anni, potenziate le strutture esistenti mediante il revamping dell'acciaieria, realizzata una batteria coke in sostituzione delle esistenti e costruita la centrale elettrica Elettra (poi ceduta). Attualmente, nello stabilimento siderurgico di Trieste si produce ghisa liquida, ghisa solida in pani, coke metallurgico, sottoprodotti da ciclo integrale (quali loppa e catrame) e gas siderurgici da altoforno e cokeria.

Il territorio circostante allo stabilimento è completamente antropizzato, contiguo all'area urbana del quartiere di Servola e a ridosso dell'area portuale (area Piattaforma Logistica e Scalo Legnami), con la quale si integra.

#### 5.1.1 Evoluzione dell'area di stabilimento

Ai primi lavori di interrimento furono aggiunti molti altri fra i quali quelli relativi all'ampliamento della banchina (1907), all'allargamento della zona adiacente allo Scalo Legnami (1931) e alla conquista di ulteriori 200.000 mq al mare (1960) così oggi l'area sede dello stabilimento siderurgico si sviluppa su circa 550.000 mq.

L'interro effettuato nel corso degli anni è stato impostato in modo razionale anche in vista dell'utilizzo dell'area quale deposito; i rinterri sono stati effettuati verosimilmente con materiali da demolizione di attività dismesse e con scarti di processo (scorie di processo e loppe di altoforno), spesso impropriamente utilizzati in passato come inerti.

La "qualità" degli scarti utilizzati per realizzare l'interrimento in oggetto è legata alla linea di processo che le ha generate e pertanto gli strati più profondi che corrispondono agli scarti più vecchi sono quelli maggiormente inquinanti essendo nel tempo migliorato il processo produttivo e la qualità dei materiali e degli additivi. Pertanto si potrebbe dedurre che negli strati più superficiali vi sia la presenza di una miscela omogenea di terra e scorie mentre negli strati più profondi vi sia la presenza di cumuli di scorie depositate tal quali.

Figura 5-1: Altiforni della Ferriera di Servola, vista da mare - Anni '40

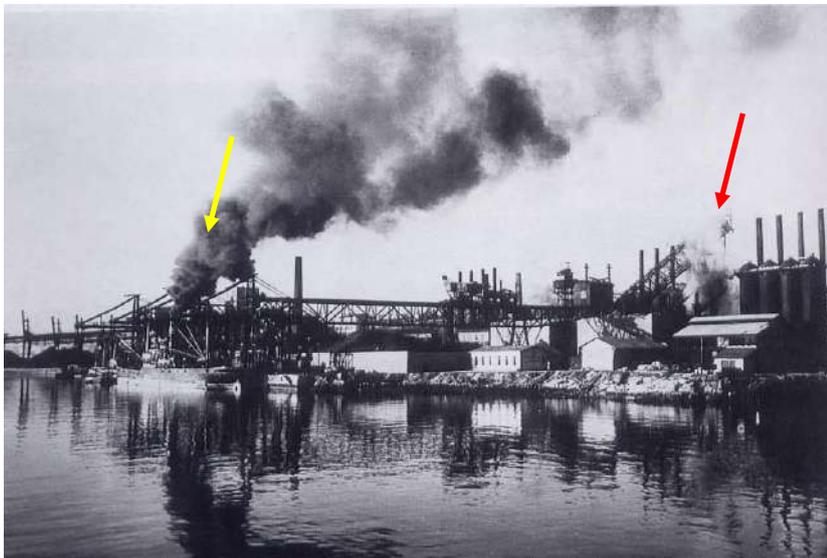


Figura 5-2: La banchina della foto precedente nel 2003, le frecce identificano gli stessi due punti segnalati nella foto degli Anni '40



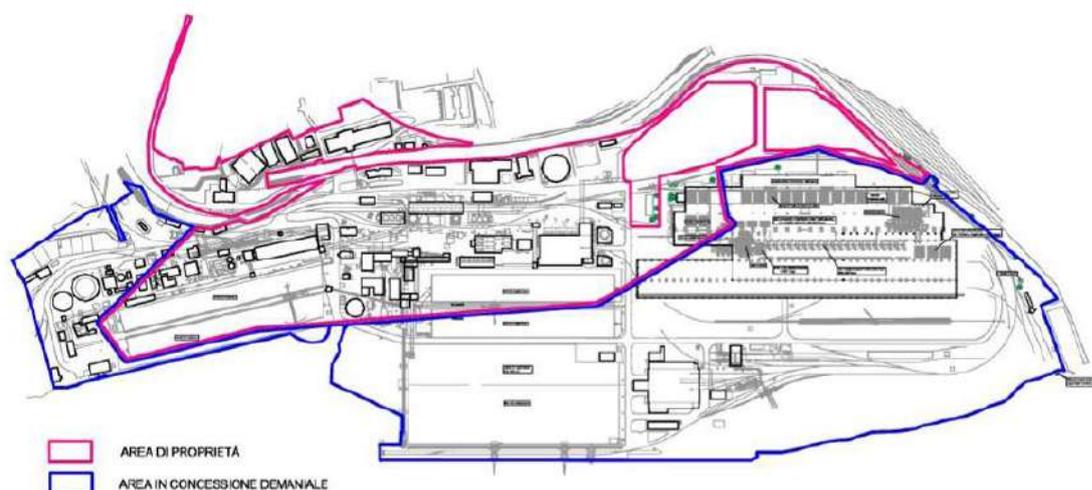
### 5.1.2 Regime delle proprietà

Lo stabilimento siderurgico, in attività dal 1897, è stato oggetto di cessione da parte della società Servola SpA (gruppo Lucchini in Amministrazione Straordinaria, proprietaria dal 1995) alla società Siderurgica Triestina Srl (gruppo Arvedi), soggetto privato non responsabile della contaminazione ai sensi dell'art. 252-bis del D.Lgs.152/06.

Lo stabilimento si estende su un'area fronte mare estesa complessivamente per 516.668 mq, di cui circa 191.438 mq di proprietà privata e circa 325.230 mq in concessione demaniale con annessa banchina portuale in autonomia funzionale.

Di seguito sono riportati i confini delle aree all'interno del perimetro aziendale e i dati relativi alla ripartizioni delle superfici occupate.

Figura 5-3: Aree di proprietà ed aree in concessione demaniale



**fonte: Progetto integrato di messa in sicurezza, riconversione industriale e sviluppo economico produttivo nell'area della Ferriera di Servola (Siderurgica Triestina, settembre 2015)**

Tabella 1: Dati relativi alla superficie occupata al momento del subentro di Siderurgica Triestina Srl

<b>Aree di proprietà</b>	<b>totale</b>	<b>165.000 mq</b>
	<i>coperta</i>	<i>27.665 mq</i>
	<i>scoperta</i>	<i>137.335 mq</i>
<b>Aree in concessione demaniale</b>	<b>totale</b>	<b>325.230 mq</b>
	<i>coperta</i>	<i>35.186 mq</i>
	<i>scoperta</i>	<i>290.044 mq</i>
<b>Aree in altre concessioni</b>	<b>totale</b>	<b>138 mq</b>
	<i>coperta</i>	<i>19 mq</i>
	<i>scoperta</i>	<i>119 mq</i>
<b>Superficie industriale totale</b>	<b>totale</b>	<b>490.368 mq</b>
	<i>coperta</i>	<i>62.870 mq</i>
	<i>scoperta</i>	<i>427.498 mq</i>
<b>Terreni e fabbricati civili (proprietà privata)</b>	<b>totale</b>	<b>26.300 mq</b>
	<i>coperta</i>	<i>5.695 mq</i>
	<i>scoperta</i>	<i>20.605 mq</i>

**fonte: Progetto integrato di messa in sicurezza, riconversione industriale e sviluppo economico produttivo nell'area della Ferriera di Servola (Siderurgica Triestina, settembre 2015)**

## 6 ASPETTI GEOLOGICI

### 6.1 Inquadramento

L'area in oggetto è ubicata a Sud-Ovest delle pendici del Colle di Servola e compresa tra l'omonimo rione cittadino e la linea di costa, prospiciente il mare rispetto le pendici meridionali del Colle di Servola e sita a Nord-Ovest del Monte S. Pantaleone; tra i due rilievi collinari è presente l'alveo del Rio Primario, una modesta asta idrica che attualmente risulta tombata nel suo tratto terminale. La zona si presenta con assetto sub-pianeggiante, disposta in direzione da NO a SE ed inserita in un contesto completamente urbanizzato.

Dal punto di vista morfologico, l'areale è inserito in un contesto più ampio, sede del bacino marino evolutosi in età prequaternaria comprendente tutta l'area friulana; esso ha interessato principalmente la parte meridionale dell'area triestina, lambendo gli affioramenti miocenicoeocenici della zona. Tale assetto si è mantenuto sino all'età neozoica e, successivamente, è avvenuto un progressivo abbassamento del substrato roccioso nell'area meridionale del bacino ed una simultanea emersione dell'area più settentrionale, conseguenza del riempimento del mare pliocenico ad opera dell'intenso smantellamento fluvio-glaciale. Ciò è evidenziato dal profilo sismico continuo eseguito nel Golfo di Trieste (Morelli, C. - Mosetti, F. "Rilievo sismico continuo nel golfo di Trieste" - 1968) che ha identificato la progressiva evoluzione del bacino, mettendo in evidenza la presenza continua e regolare, nella parte più marginale del bacino, del basamento roccioso caratterizzato da marne ed arenarie. In generale, il basamento roccioso presenta rigidi gradini, identificabili come paleo-terrazzamenti, originatisi a seguito dell'incisione ad opera dei principali torrenti locali, quali il Rio Farneto, Settefontane, Roncheto, Primario, Ospio, Zaule e Rosandra. Tale assetto è composto da piani orizzontali che si mantengono abbastanza paralleli all'attuale linea di costa e rappresentano le antiche linee di spiaggia (Mosetti, F. "Morfologia dell'Adriatico settentrionale" - 1966).

In analogia con la costa triestina meridionale, l'assetto geologico dell'area in oggetto è proprio di morfologie collinari degradanti verso la costa, interrotte da brevi incisioni o valli percorse da corsi d'acqua che vi defluiscono. In particolare, il comprensorio è caratterizzato dal rilievo del Colle di Servola, caratterizzato dal Flysch, ed è delimitato verso SE dalla presenza del Rio Primario e verso NO dal Rio Baiamonti, i cui paleoalvei defluivano verso la linea di costa. La sede del paleoalveo è tuttora testimoniata dalla presenza di depositi alluvionali, principalmente caratterizzati da ghiaie calcaree, miste ad argille e limi, talora sabbiose, di età quaternaria.

L'areale è caratterizzato da un assetto sub-pianeggiante, che evidenzia una brusca diminuzione delle pendenze rispetto ai rilievi prospicienti, conseguenza di successivi interramenti riconducibili ai vari interventi antropici relativi all'attività portuale e siderurgica. Nel dettaglio, l'area di interesse risulta caratterizzata nei primi metri di sottosuolo da materiali di riporto di origine antropica utilizzati per le opere di interrimento di tratti a mare eseguiti in tutto il comprensorio portuale di Trieste dall'inizio dell'800, finalizzate all'ampliamento dell'impianto siderurgico che venne iniziato negli ultimi decenni del '800.

L'antica linea di costa è ben evidenziata dalla presenza di sedimenti marini, caratterizzati da argille limose di colore grigio-nerastro o nere, avente frazione organica e livelletti sabbiosi di età post-wurmiana, mentre nell'intorno dell'area di studio sono presenti anche coperture eluvio-colluviali, caratterizzate da ghiaie prevalentemente arenacee, miste a limi, argille e livelli di sabbia.

L'assetto geologico dell'area è caratterizzato dalla presenza del basamento roccioso afferente la Formazione del Flysch triestino, alternanza di marne ed arenarie di età paleogenica, in rapporto variabile tra i due litotipi ed in alternanza ritmica di sedimentazione. La parte superiore si presenta spesso alterata e degradata fino a perdere la propria struttura litoide. Il Flysch è ben rappresentato nel territorio triestino, anche se complicato da notevoli variazioni di facies, dovuti principalmente dalla presenza di sottobacini di deposizione. Nello specifico, le arenarie sono rocce a matrice carbonatica, inglobanti una frazione detritica costituita essenzialmente da granuli di calcite, quarzo, altri silicati e resti di microfossili. Le marne sono rocce carbonatiche argillose ed hanno composizione mineralogica simile alle arenarie, tuttavia si differenziano per una maggiore percentuale di carbonati a scapito degli altri componenti mineralogici; essendosi depositate in straterelli o lamine sottili, si presentano fogliettate e fragili. Il Flysch, nei termini più superficiali, presenta una fascia di alterazione, ovvero pur mantenendo la struttura lapidea si presenta parzialmente degradato e disarticolato, ed in genere i litotipi marnosi ed arenacei assumono colorazioni grigio ocracee; lo spessore di questo livello, usualmente definito Flysch alterato, è molto variabile, con potenze medie comprese fra 0.30 e 6.10 m, anche se è possibile rinvenire spessori maggiori.

I processi di degradazione delle porzioni più superficiali del Flysch determinano una completa alterazione, disgregazione e disarticolazione della massa rocciosa, diventando un terreno costituito da una matrice limoso-sabbioso-argillosa inglobante corpi detritici di arenaria e, in percentuale minore, di scaglie di marna. Questi depositi, definiti come argille limoso-sabbiose talora ghiaiose, segnano il passaggio tra il basamento roccioso ed i sovrastanti depositi fini marini; hanno spessori molto variabili localmente, anche in aree poco estese.

Dal punto di vista dell'assetto geologico-strutturale, nell'area triestina è stata descritta una piega anticlinale passante a sinclinale lungo il fianco Sud-occidentale, che localmente diventa quasi una flessura (D'Ambrosi, 1961 - Cavallin&Martinis, 1982), mentre altri Autori (Placer, 1981) teorizzano che l'area sia inclusa in un'unità definita "Piattaforma di Komen" ed ipotizzano un sovrascorrimento al margine Sud-orientale della struttura, interpretando così la piega del Carso triestino come una piega-faglia esasperata. Tuttavia, è unanimemente riconosciuto che la genesi della struttura sia riconducibile all'orogenesi Alpino-Dinarica, ben rappresentata nell'area da due diversi "trend" tettonici, definiti "Sistema Dinarico", ad andamento NO-SE e "Sistema anti-Dinarico", ad andamento NE-SO. L'assetto Dinarico è ben testimoniato dalla presenza della piega-faglia denominata "Linea Golfo di Panzano-Baia di Muggia" ad andamento NO-SE che, probabilmente, costituisce la prosecuzione Sud-orientale della "Linea di Palmanova", mentre l'assetto anti-Dinarico è rappresentato dalla faglia di Monte Spaccato, cui è associato l'abbassamento della formazione flyschoidale verso il Golfo di Trieste (Carulli&Cucchi "Proposta di interpretazione strutturale del Carso triestino", 1991).

Dal punto di vista geodinamico, nel Pliocene inferiore, l'area è stata interessata da profondi processi dislocativi; le linee, attualmente attive, non sono sismogenetiche.

Infine, da un punto di vista idrogeologico, la circolazione idrica sotterranea di tale ambito è localizzata nei materiali antropici di riporto più superficiali e nei depositi alluvionali caratterizzanti i paleoalvei. Le acque defluiscono verso valle con modeste velocità e portata e raggiungono il loro equilibrio piezometrico entrando a contatto con le acque marine. I termini argilloso-limoso-sabbiosi di genesi marina, saturi d'acqua, hanno caratteristiche di impermeabilità, con maggiore trasmissività nelle lenti sabbiose. Inoltre, vi è una circolazione idrica all'interno dei primi termini del substrato roccioso flyschoidale, variamente alterati e disarticolati, ma generalmente non classificabile come falda s.s..

## 6.2 Indagini eseguite

### 6.2.1 Indagini pregresse

Le indagini pregresse disponibili si riferiscono ai piani di caratterizzazione dell'intera area della Ferriera di Servola, eseguiti nel 2005 e nel 2008.

Tra il 7 settembre ed il 1 dicembre 2005 sono stati realizzati 76 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui 10 completati a piezometro, sull'intera area di proprietà del sito della Ferriera di Servola (al tempo Lucchini S.p.A.), collocati all'interno del reticolo a maglia quadrata di dimensione 50 x 50 m. Tra il 12 febbraio ed il 25 giugno 2008 nelle aree demaniali in concessione a Servola S.p.A. ricadenti all'interno del perimetro del SIN sono stati realizzati complessivamente 130 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui 10 completati a piezometro, sempre collocati all'interno del reticolo a maglia quadrata di dimensione 50 x 50 m.

La tavola GEO 201 mostra in planimetria l'ubicazione delle indagini pregresse eseguite. La documentazione fotografica e i logos stratigrafici sono riportati in allegato alla *Relazione geologica geotecnica e sismica* (cfr. RGIgs 0021).



Figura 6-1: planimetria indagini progressive eseguite

### 6.2.2 Nuove indagini integrative

Tra agosto e novembre 2018, sono state eseguite indagini geognostiche mediante l'esecuzione di n° 29 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo e n° 18 nuovi piezometri.

La tavola GEO 202 mostra in planimetria l'ubicazione delle indagini integrative eseguite. La documentazione fotografica e i logos stratigrafici sono riportati in allegato alla *Relazione geologica geotecnica e sismica* (cfr. RGIs 0021).

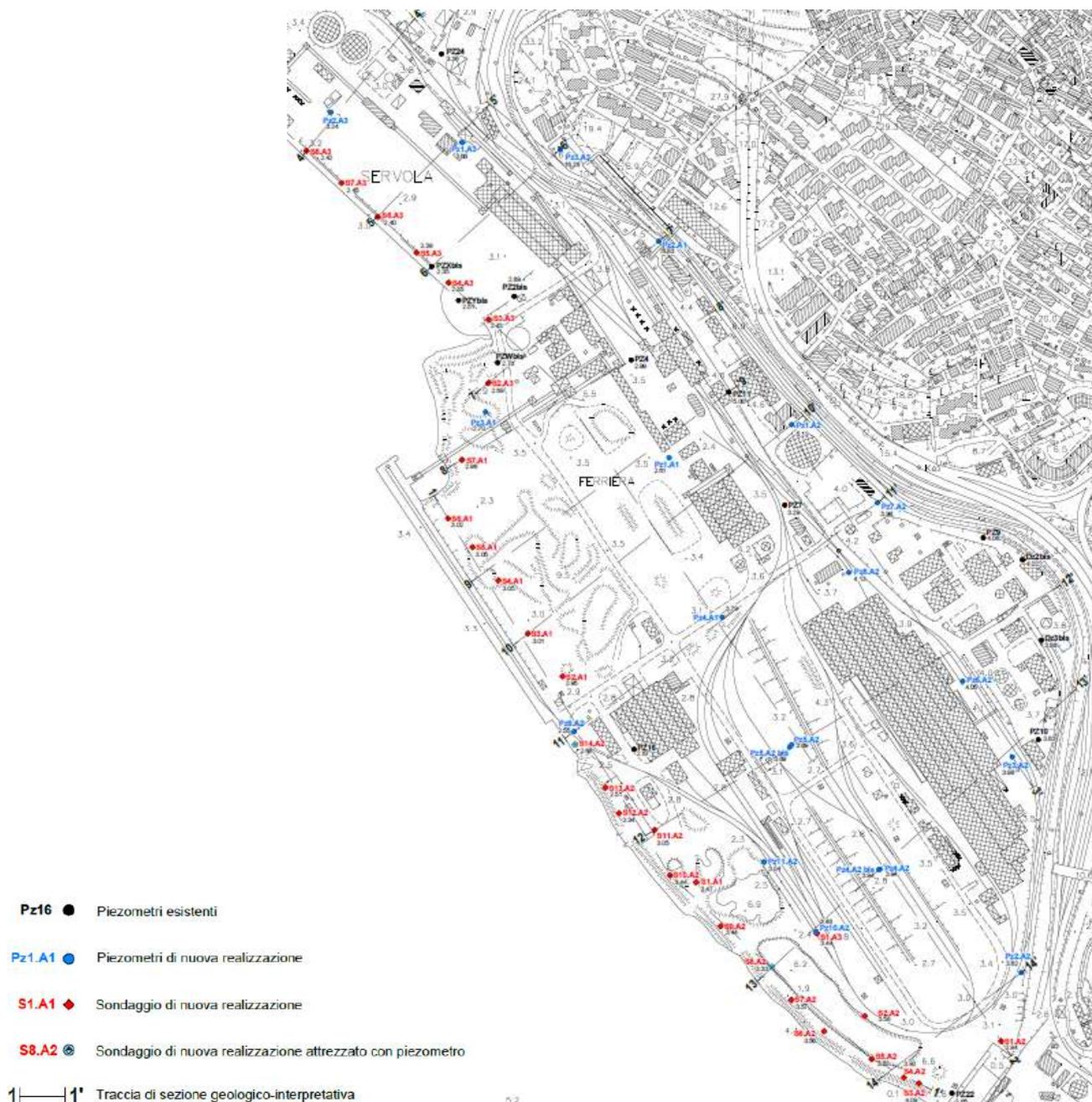


Figura 6-2: planimetria indagini integrative eseguite

Nel corso delle attività di perforazione sono stati formati n° 60 campioni di terreno, successivamente avviati a laboratorio geotecnico. In dettaglio, sono stati formati n° 24 campioni di terreno indisturbati prelevati con campionatore a pareti sottili tipo Shelby, infissi a velocità e pressione costante, utilizzati in relazione alla litologia presente al fine di mantenerne la struttura, la consistenza, il grado di addensamento e l'umidità propria dei terreni in situ. Inoltre, sono stati prelevati n° 36 campioni di terreno rimaneggiati.

Inoltre, sulle carote estratte, al fine di identificare i valori di resistenza a compressione semplice (UCS) e di resistenza al taglio non drenata ( $S_u$ ), sono state eseguite delle prove speditive mediante *Pocket Penetrometer* e *Pocket Vane*.

Inoltre, nel corso delle attività di perforazione sono state, eseguite n° 87 prove S.P.T. (*Standard Penetration Test*) in foro, con punta aperta e punta chiusa.

Infine, durante le attività di perforazione sono state eseguite n° 19 prove di permeabilità tipo *Lefranc* e n° 2 prove di permeabilità in foro di tipo *Lugeon* sui sondaggi e n° 18 prove di permeabilità di tipo  $z$  e *Lefranc* sui piezometri, allo scopo di determinare il coefficiente di permeabilità  $K$  delle diverse tipologie di terreni intercettati dalle perforazioni.

### 6.3 Profilo stratigrafico

Sulla base delle nuove indagini geognostiche e delle prospezioni eseguite nel sito oggetto d'indagine, è stata identificata e definita la successione litostratigrafica di riferimento. In particolare, i dati ottenuti dai sondaggi geognostici, ubicati lungo un allineamento Nord/Ovest-Sud/Est e dalle prospezioni sismiche eseguite, hanno consentito di definire ed identificare il modello litostratigrafico di riferimento dell'area e di redigere le sezioni geologico-interpretative, riportate negli elaborati allegati.

In dettaglio, l'assetto geolitologico e litostratigrafico del sito in esame è di seguito schematizzato:

- da 0.0 a - 0.60 ÷ - 30.00 m dal p.c.: Materiali antropici di riporto (MAR)

I termini più superficiali dell'area d'indagine mostrano la presenza di materiali antropici di riporto caratterizzati principalmente da ghiaie grossolane sabbiose, in matrice limoso-argillosa o limo-sabbiosa, avente colorazione dal nero al grigio-nocciola, talora verdastro o rossastro, con presenza di scorie di fonderia, con potenza talora plurimetrica; inoltre, sono stati rilevati livelli, da decimetrici a plurimetrici, di limi-argillosi, argille-sabbiose con presenza di ghiaie arenacee o calcaree frammiste a laterizi e blocchi, di color grigio-nocciola; la potenza di tali materiali è variabile con valori maggiori nelle aree più prossime alla linea di costa.

- da - 0.60 ÷ - 30.00 a - 1.00 ÷ - 40.00 m dal p.c.: Complesso limoso-sabbioso-argilloso localmente ghiaioso (CLSA)

Tali depositi sono caratterizzati da litotipi limoso-argillosi, localmente sabbiosi, di colore da grigio a nocciola-marrone, talvolta con presenza di ghiaia arrotondata; hanno potenza

talora plurimettrica, talora in alternanza ritmica di sedimentazione con locali livelli limoso-sabbiosi, di colore da grigio scuro a marrone, di potenza variabile da decimetrica a metrica, con locale presenza di residui vegetali, conchigliari o torba; localmente il complesso limoso-sabbioso-argilloso non è stato intercettato dalle indagini eseguite, evidenziando il contatto tra i materiali antropici di riporto e il Flysch sottostante, specialmente in corrispondenza delle pendici del Colle di Servola.

- da - 0.60 ÷ - 40.00 a - 2.00 ÷ - 40.60 m dal p.c.: Flysch marnoso-arenaceo alterato (Fla)

Flysch marnoso-arenaceo alterato, caratterizzato da strati arenacei di potenza centimetrica, di colore marrone-ocraceo e da livelli marnosi centimetrici, di colore giallo-ocraceo, con potenza media variabile e compresa tra 0.30 ÷ 6.10 m.

- da - 2.00 ÷ - 40.60 m dal p.c.: Flysch marnoso arenaceo (Fl)

Flysch marnoso-arenaceo integro o poco alterato, caratterizzato da strati arenacei di potenza da centimetrica a decimetrica, di colore grigio-azzurro, alternati a livelli marnosi di potenza da millimetrica a centimetrica di colore giallo-ocraceo; il bed-rock flyschoidale è sub-affiorante alle pendici del Colle di Servola, mentre si approfondisce gradualmente procedendo verso la linea di costa.

Sulla base di una accurata analisi dei sondaggi disponibili sono stati prodotti gli schemi stratigrafici di riferimento delle aree interessate dai futuri interventi, illustrati in n. 3 sezioni longitudinali (1-1', 2-2' e 3-3') e 11 sezioni trasversali riportate ( da 4-4' a 14-14') nell'elaborato GEO 203 a cui per completezza si rimanda.

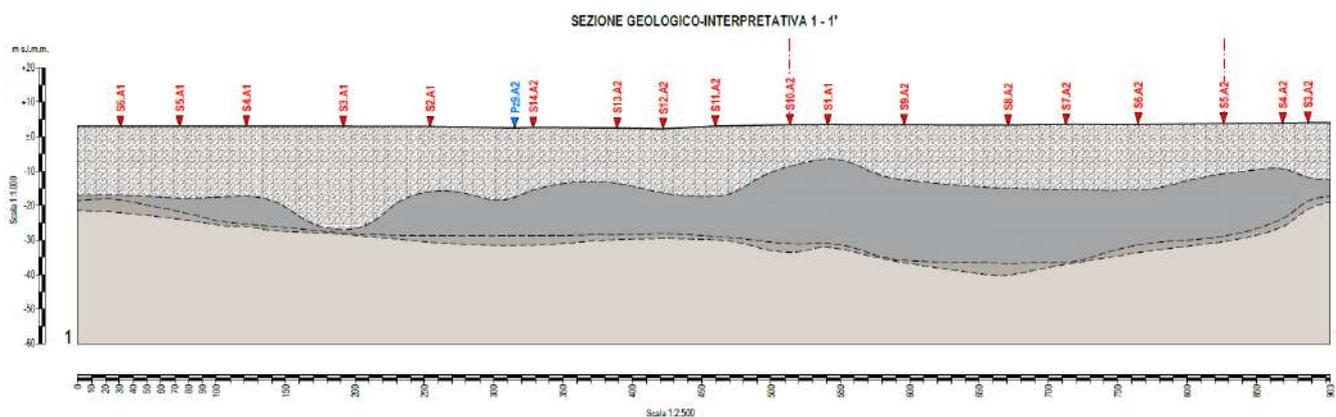




Figura 6-3: sezione geologica interpretativa 1-1'

## 6.4 Caratterizzazione sismica del territorio

Al fine di caratterizzare sismicamente i terreni presenti nell'area di indagine, sono state eseguite delle prospezioni geofisiche con metodologia MASW, finalizzate alla definizione della velocità delle onde di taglio  $V_s$  - onde "s" - nei primi metri di sottosuolo. Inoltre, laddove sono state rilevate condizioni oggettivamente non adeguate per l'ubicazione dello stendimento MASW, si è proceduto all'acquisizione delle velocità  $V_{seq}$  con tecnica di tipo HS (*Holisurface - Holystic Analysis of Surface Waves*), anch'essa finalizzata all'identificazione dei parametri delle onde di taglio.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sulla base delle indagini svolte, i terreni in esame che presentano velocità  $V_{seq}$  comprese tra 360 m/s e 800 m/s sono ascrivibili alla categoria di sottosuolo fondazionale di cui al D.M. 17.01.2018 di tipo "Categoria B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s", mentre altri terreni che presentano velocità  $V_{seq}$  inferiori a 360 m/s sono ascrivibili alla categoria di sottosuolo fondazionale di cui al D.M. 17.01.2018 di tipo "Categoria E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m".

Per definire le caratteristiche in prospettiva sismica dell'area, sono di seguito illustrati il terremoto di progetto, la Magnitudo, le forme spettrali e la risposta sismica locale. Per valutare la pericolosità sismica, sono di seguito riportati i valori di Magnitudo (M) e distanza (R) dell'area in esame dal terremoto che domina lo scenario di pericolosità, sulla base degli studi di disaggregazione della pericolosità sismica eseguiti dall'I.N.G.V.. Di seguito sono riportati i valori medi di M e R per il sito in esame:

$$M = 4.93 \quad R = 13.20 \text{ Km}$$

Sono di seguito riportati i parametri che definiscono l'azione sismica al sito in esame, ricavati in base al reticolo di riferimento secondo il programma Spettri N.T.C., reso disponibile dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Tuttavia, ai fini della verifica di vulnerabilità sismica di un edificio con stima della pericolosità sismica basata sulla modellazione realistica di terremoti di scenario con metodo *neo-deterministico* (NDSHA), si suggerisce l'utilizzo di accelerogrammi in accordo a quanto disposto al punto 3.2.3.6 delle N.T.C. 2018.

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C$ [s]
SLO	90	0.053	2.603	0.256
SLD	151	0.067	2.563	0.275
SLV	1424	0.152	2.595	0.346
SLC	2475	0.181	2.610	0.356

Sulla base dell'assetto del sito e di quanto in progetto, sono state valutate le accelerazioni e gli spettri di risposta elastica in rapporto agli Stati Limite; la vita nominale dell'edificio è di 100 anni, la classe d'uso III, cui corrisponde un coefficiente d'uso pari a 1.5; inoltre, la topografia è pianeggiante e quindi  $St = T1$ , mentre le categorie del suolo, come precedentemente illustrato, sono di tipo B ed E.

Sulla base del D.M. 17.01.2018, i parametri sismici dell'opera in progetto elaborati secondo il programma Spettri NTC sono riassunti nelle due tabelle seguenti.

Tabella 6-1: parametri sismici dell'opera in progetto ( $S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica  $C_c$  = coefficiente funzione della categoria  $St$  = coefficiente di amplificazione topografica).

Categoria B								
STATO LIMITE	Probabilità (%)	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T_C$ (s)	$S_s$ (-)	$C_c$ (-)	$St$ (-)
Operatività	81	90	0.053	2.603	0.256	1.200	1.444	1.000
Danno	63	151	0.067	2.563	0.275	1.200	1.424	1.000
Vita	10	1424	0.152	2.595	0.346	1.200	1.360	1.000
Collasso	5	2475	0.181	2.610	0.356	1.200	1.352	1.000

<i>Categoria E</i>								
<b>STATO LIMITE</b>	<b>Probabilità (%)</b>	<b>T<sub>R</sub> (anni)</b>	<b>a<sub>g</sub> (g)</b>	<b>F<sub>O</sub> (-)</b>	<b>T<sub>C</sub> (s)</b>	<b>S<sub>s</sub> (-)</b>	<b>C<sub>c</sub> (-)</b>	<b>St (-)</b>
<i>Operatività</i>	81	90	0.053	2.603	0.256	1.600	1.982	1.000
<i>Danno</i>	63	151	0.067	2.563	0.275	1.600	1.926	1.000
<i>Vita</i>	10	1424	0.152	2.595	0.346	1.567	1.759	1.000
<i>Collasso</i>	5	2475	0.181	2.610	0.356	1.480	1.738	1.000

## 7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

### 7.1.1 Coefficienti di permeabilità

Sulla base delle prove di permeabilità Lefranc e Lugeon eseguite nell'area di interesse durante la più recente campagna di indagine, sono stati definiti i coefficienti di permeabilità di riferimento delle litologie riconosciute.

<i>Litotipo</i>	<i>Lefranc</i> (m/s)	<i>Lugeon</i> (m/s)
<i>Materiali antropici di riporto (MAR)</i>	$1.03 \times 10^{-3} + 7.60 \times 10^{-6}$	-
<i>Complesso limoso-sabbioso-argilloso localmente ghiaioso (CLSA)</i>	$1.99 \times 10^{-5} + 8.16 \times 10^{-8}$	-
<i>Flysch marnoso-arenaceo alterato (Fla)</i>	$1.59 \times 10^{-5} + 4.19 \times 10^{-7}$	-
<i>Flysch marnoso-arenaceo (Fl)</i>	$5.76 \times 10^{-7} + 6.20 \times 10^{-8}$	$1.93 \times 10^{-4} + 3.14 \times 10^{-5}$

### 7.1.2 Parametri geotecnici

Al fine di definire i principali parametri geotecnici delle litologie riconosciute, sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nel corso delle perforazioni sono state eseguite le seguenti prove geotecniche di laboratorio, i cui risultati sono riportati nei certificati di laboratorio allegati.

- Determinazioni congiunte**

Contenuto d'acqua percentuale medio	$W_m$	%
Peso di volume apparente medio	$\gamma_m$	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico dei grani	$G_s$	
Indice dei vuoti	$e_0$	
Porosità	$n$	%
Grado di saturazione	$S_r$	%
Peso di volume secco	$\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>

- Analisi Granulometrica per vagliatura e sedimentazione**

- Limiti di Atterberg**

Atr

Limite liquido	LL	%
Limite plastico	LP	%
Indice di plasticità	IP	%
Indice di consistenza	IC	
Indice di liquidità	IL	

- **Prova Edometrica**

Coeff. consolidazione verticale	$C_v$	$\text{cm}^2/\text{min}$
Coeff. di permeabilità	$k$	$\text{m/s}$

- **Prova Triassiale non Consolidata non Drenata U.U.**

Coesione	$C_u$	kPa
----------	-------	-----

- **Prova Triassiale Consolidata Drenata C.D.**

Coesione efficace	$c'$	kPa
Angolo di attrito efficace	$\Phi'$	(°)

- **Prova di taglio diretto**

Coesione	$c$	kPa
Angolo di attrito	$\Phi$	(°)

Sulla base delle nuove indagini geognostiche e delle analisi di laboratorio geotecnico svolte, sono stati definiti i principali parametri geotecnici di riferimento delle litologie riconosciute ( $\gamma$  = Peso di volume,  $c$  = coesione totale,  $\Phi'$  = angolo di attrito efficace).

<i>Litotipo</i>	$\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$c$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\Phi'$ (°)
<i>Materiali antropici di riporto (MAR)</i>	18.5	0 ÷ 0.1	25 ÷ 26
<i>Complesso limoso-sabbioso-argilloso localmente ghiaioso (CLSA)</i>	13.3 ÷ 19.8	12 ÷ 49	16 ÷ 23
<i>Flysch marnoso-arenaceo alterato (Fla)</i>	21 ÷ 23	20 ÷ 40	23 ÷ 26
<i>Flysch marnoso-arenaceo (Fl)</i>	24 ÷ 25	30 ÷ 50	25 ÷ 30

I parametri relativi ai materiali antropici di riporto ed al Flysch marnoso-arenaceo, ricavati da precedenti studi svolti in aree finitime, sono conservativi e sono riferiti alle porzioni mediamente addensate di tali materiali che, proprio per la loro origine, presentano caratteristiche difformi e variabili. Nel complesso roccioso flyschoidale, il litotipo marnoso è quello meno competente e le sue caratteristiche vincolano maggiormente i parametri geotecnici del bed-rock che, in generale ed in via cautelativa, vengono assunti prossimi a quelli minori.

## **8 MODELLO IDROGEOLOGICO**

### **8.1 Premessa**

Lo scopo del modello idrogeologico è la realizzazione di un modello geologico che approssimi il più ragionevolmente possibile la realtà fisica e la tipologia delle varie unità litologiche che danno luogo all'acquifero complesso presente all'interno dei terreni di riporto della Ferriera di Servola. Se ai fini di un'approssimazione grossolana può essere considerato ragionevole unificare il materiale di riporto in una sola unità litologica, ai fini di una progettazione esecutiva è necessario definire con maggiore dettaglio tale unità. Definizione che deve permettere di stabilire, per lo meno ad un livello statisticamente adeguato, le effettive componenti del flusso sotterraneo e le relazioni tra i vari livelli dell'acquifero interdigitato superficiale con l'acquifero profondo presente nella sottostante formazione del Flysch.

Sulla base del modello geologico, deve essere progettato il barrieramento fisico lato mare della Ferriera costituito da un setto verticale impermeabile e da un drenaggio di raccolta dei deflussi subsuperficiali. Lo stesso modello idrogeologico deve permettere di descrivere in dettaglio il deflusso sotterraneo a seguito di questo barrieramento caratterizzando le portate lungo il drenaggio e quindi il dimensionamento dell'impianto di trattamento, e le eventuali azioni necessarie a minimizzare il flusso che dai terreni di riporto della Ferriera tramite il Rio Primario ed il suo drenaggio basale arrivano al mare.

La modellazione idrogeologica è stata sviluppata per fasi successive.

Nella prima fase, procedendo come di seguito rappresentato, è stato definito il modello geologico:

- Raccolta dati da campagne di indagini pregresse sui suoli e sulla falda;
- Modellazione geologica di prima fase su dati pregressi;
- Analisi dati della campagna geognostica integrativa;
- Verifica e affinamento modello geologico di prima fase sulla base delle evidenze della campagna geognostica integrativa e definizione modello finale.

Nella seconda fase, noto il modello geologico, si è proceduto alla determinazione del modello idrogeologico secondo i seguenti passaggi:

- Determinazione delle condizioni al contorno;
- Analisi dei dati funzionali alla calibrazione del modello;
- Analisi delle permeabilità;
- Individuazione dei modelli idrogeologici;
- Calibrazione dei modelli;
- Analisi dei risultati dei modelli idrogeologici individuati.

Definiti i modelli idrogeologici sono state individuate le grandezze dimensionanti gli interventi di MISO: livello di intestazione della barriera, portate drenate fronte mare e dal Rio Primario, e quindi è stato possibile individuare gli interventi di maggiore efficacia.

Per una descrizione di dettaglio di quanto sopra riportato si rimanda al Modello Idrogeologico, RGIdr 0022, di progetto, curata dal Prof. Geol. Andrea Borgia.

## 8.2 Lavori progressi

Il sito di intervento è stato oggetto di diversi studi sul comportamento della falda. Il più recente risale al 2015 ed è stato redatto dal Prof. Ing. Paolo Bevilacqua.

La relazione "Il modello idrogeologico dell'area dello stabilimento Ferriera di Servola (TS) - relazione finale" redatta in data 27/10/2015 dall'Università degli studi di Trieste con la responsabilità scientifica del prof. Dott. Ing. Paolo Bevilacqua a seguito dell'affidamento dell'incarico da parte della Società Siderurgica Triestina s.r.l. ha avuto come obiettivo la costruzione di un modello idrogeologico che è stato propedeutico alla realizzazione del bando di gara:

*"Il modello che è stato sviluppato sulla base delle informazioni esistenti e di quelle raccolte durante lo studio in oggetto, fornisce informazioni sulla struttura idrogeologica sito-specifica, sulla distribuzione spaziale dei parametri idrogeologici, sui flussi idrici sotterranei e sulla distribuzione dei contaminati.*

*Sulla base delle informazioni raccolte e dei risultati delle simulazioni si ritiene utile e indispensabile effettuare alcuni ulteriori approfondimenti circa le caratteristiche dell'acquifero e del materiale attraversato dal flusso sotterraneo". (rif. Il modello idrogeologico dell'area dello stabilimento Ferriera di Servola (TS) -relazione finale - Prof. Bevilacqua 27/11/2015)*

Questo stesso modello progressivo indica, quindi, la necessità di approfondimenti sia a livello delle conoscenze sulle unità idrogeologiche dell'area, sia sul vero e proprio flusso sotterraneo che dalle prime deriva. In particolare, dalle indagini piezometriche era emersa la possibilità che l'acquifero profondo, presente nella formazione del Flysch, fosse in pressione rispetto all'acquifero superficiale contenuto nei materiali di riporto. Il modello idrogeologico attuale è basato quindi, tra l'altro, sulle nuove campagne d'indagine geognostiche eseguite nel 2018 dall'Agenzia INVITALIA, con le associate misure di conducibilità idraulica e dati di monitoraggio in continuo della falda e dei principali parametri chimico-fisici, realizzati nel 2018-2019. In particolare, i dati di monitoraggio sono stati utilizzati per la calibrazione del modello idrogeologico al fine stabilire le portate nei vari settori di recapito nelle condizioni precedenti e successive alla messa in sicurezza dell'acquifero contenuto nei terreni di riporto della Ferriera.

## 8.3 Modello geologico

Il primo passo per la realizzazione di un modello numerico sulla idrogeologia della Ferriera, è lo sviluppo del modello concettuale. Esso deve in primo luogo rispecchiare la geologia ed in secondo luogo l'idrodinamica sotterranea dell'area.

Dall'integrazione di tutte le conoscenze acquisite nell'area in esame è possibile definire una rappresentazione sufficientemente schematica, omogenea e razionale della realtà geologica locale.

Pertanto sono stati raccolti tutti i dati geostatigrafici al momento disponibili provenienti da una serie di campagne di sondaggi geognostici eseguiti nel tempo tra il 1971 ed il 2018 e mai rielaborati ed integrati in un unico modello. Questi dati sono costituiti da 410 sondaggi.

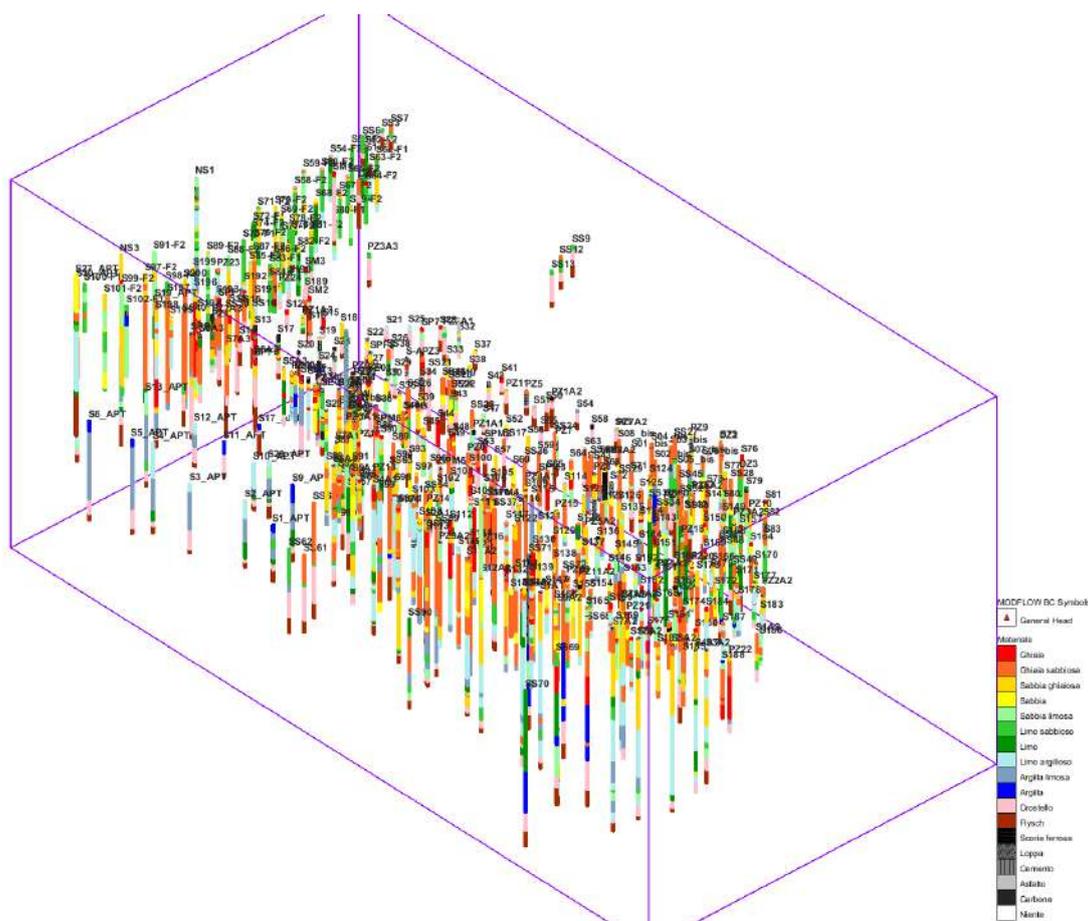


Figura 8-1 Visualizzazione di tutti i sondaggi utilizzati nella generazione del modello geologico. Si evidenzia la grande variabilità litologica sia verticale che orizzontale senza specifici orizzonti facilmente definibili. A destra la legenda dei colori. Esagerazione verticale di 10 volte.

Le sezioni stratigrafiche del modello evidenziano una forte eterogeneità nella distribuzione sia in direzione verticale sia orizzontale, come riscontrabile in figura.

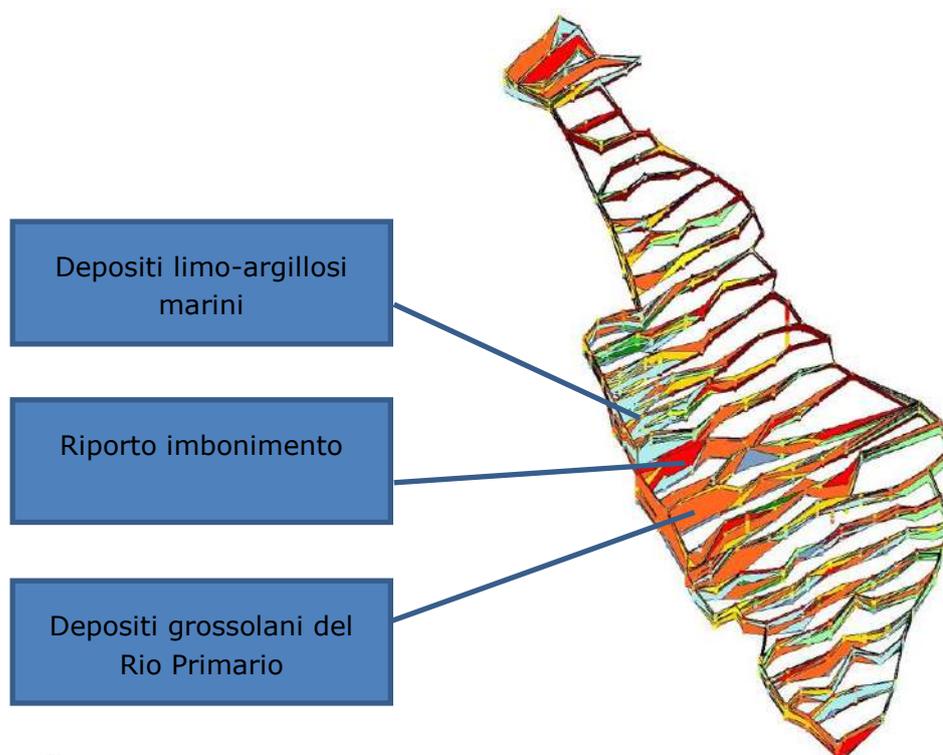


Figura 8-2 Realizzazione delle sezioni stratigrafiche del modello. Notare l'eterogeneità stratigrafica che difficilmente permette di stabilire delle correlazioni orizzontali estese a tutta l'area della Ferriera. La corrispondenza tra colori ed unità stratigrafiche è la stessa della Fig. 2c. Esagerazione verticale di 5 volte.

La griglia di calcolo è stata suddivisa per la sua lunghezza in 152 celle di 10 m più 2 celle di 20 m di lato ai due estremi, mentre per la sua larghezza è divisa in 67 celle di 10 m più 6 celle di 20 m di lato agli estremi. Infine, lo spessore è diviso in 149 celle di cui 72 di 0.25 m, 36 di 0.50 m e 41 di 1.0 m di spessore. In totale la griglia contiene più di 1.500.000 celle.

Per la realizzazione del modello geologico, sono state trasferite alle celle della griglia di calcolo le caratteristiche di quel materiale che risulta essere maggiormente presente nella stessa. Il risultato è un modello 3D della geologia che rappresenta una ricostruzione coerente e statisticamente valida della realtà geologica dell'area della Ferriera.

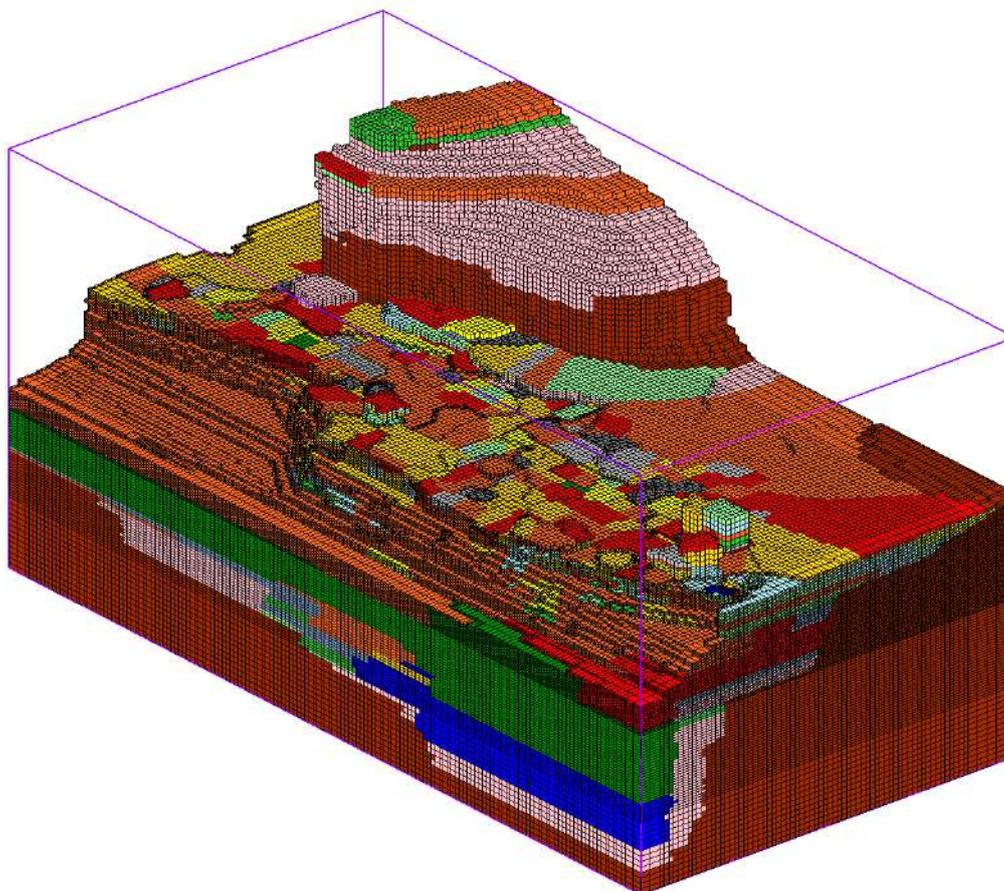


Figura 8-3 Modello geologico. Ricostruzione statistica 3D della geologia dell'area della Ferriera di Servola.

Rimandando alla relazione del modello idrogeologico per approfondimenti sulla descrizione delle condizioni al contorno, sull'analisi della calibrazione dei dati di monitoraggio in continuo e della permeabilità, di seguito si descrivono i due modelli idrogeologici individuati.

Anche per questi, per approfondimenti, si rimanda al Modello idrogeologico, RGI dr 0022.

## 8.4 Modello idrogeologico

Il particolare comportamento della falda registrato al piezometro DZ2bis, prossimo al punto di deviazione del Rio Primario, ha portato alla necessità di procedere alla identificazioni di due distinti modelli idrogeologici ciascuno dei quali deriva dalla interpretazione attribuita al dato piezometrico. Nel resto dell'area della Ferriera i modelli si equivalgono.

Tale piezometro registra, infatti, una falda con quote inferiori a quelle rilevate nei piezometri più a valle idrogeologica. Inoltre risente in modo molto evidente delle oscillazioni di marea di lungo periodo, incluso l'acqua bassa – la falda si trova, infatti, sotto al livello del mare durante la prima parte del primo periodo di monitoraggio.

Qualora tale comportamento sia assunto corretto – dall'analisi dei dati non si riscontrano motivi salienti che permettano di pensare che il piezometro non registri correttamente il livello di falda

– al fine di spiegare tale comportamento anomalo, è necessario riportare i piani di costruzione del 1961 (Figura 8-4) e del 1962 (Figura 8-5) relativi alla deviazione del Rio Primario, oltre alle immagini aeree del 1943 e del 1957 (Figura 8-6). Nell'immagine del 1943 si osserva come il Rio Primario non fosse stato ancora deviato.

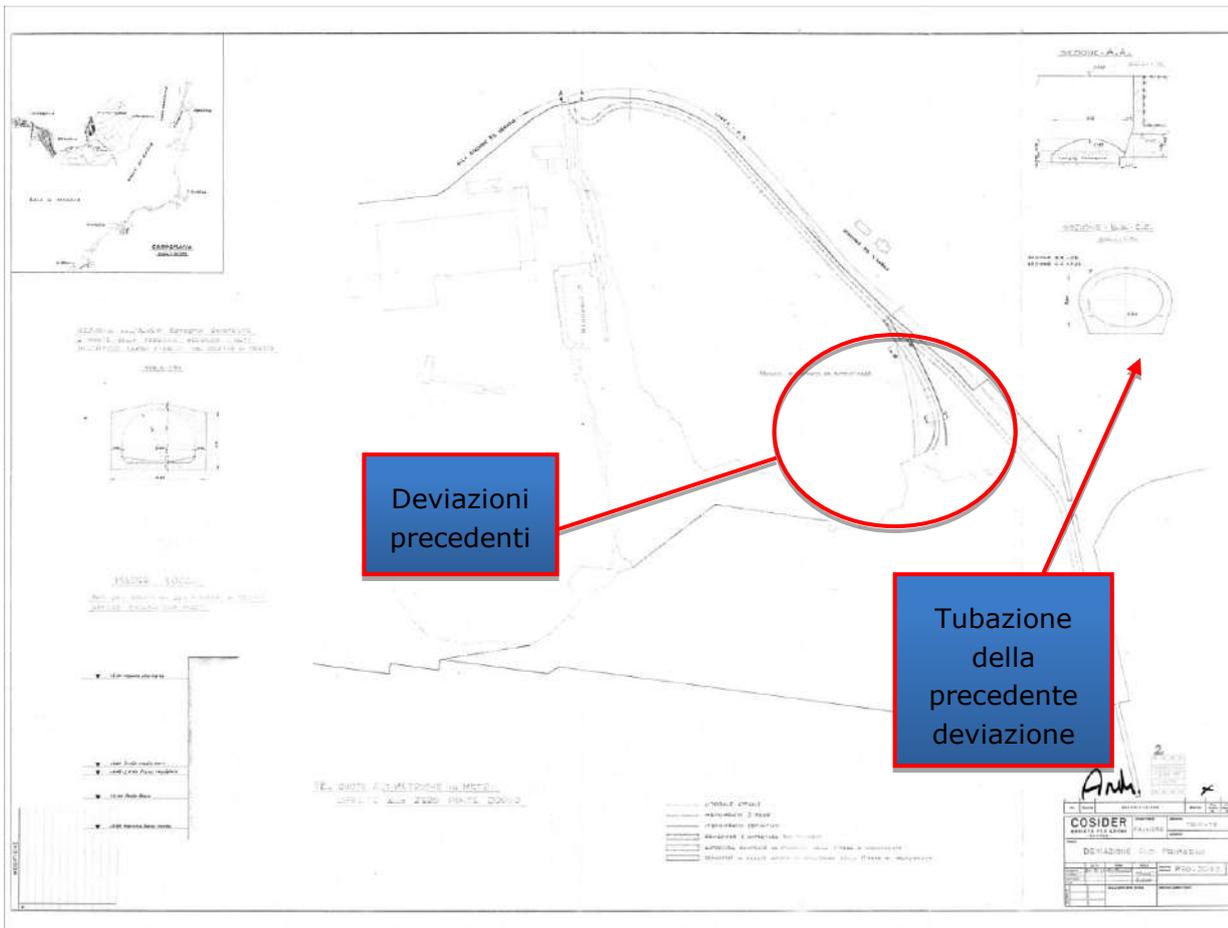


Figura 8-4: Planimetria del progetto di deviazione del Rio Primario del 1961.

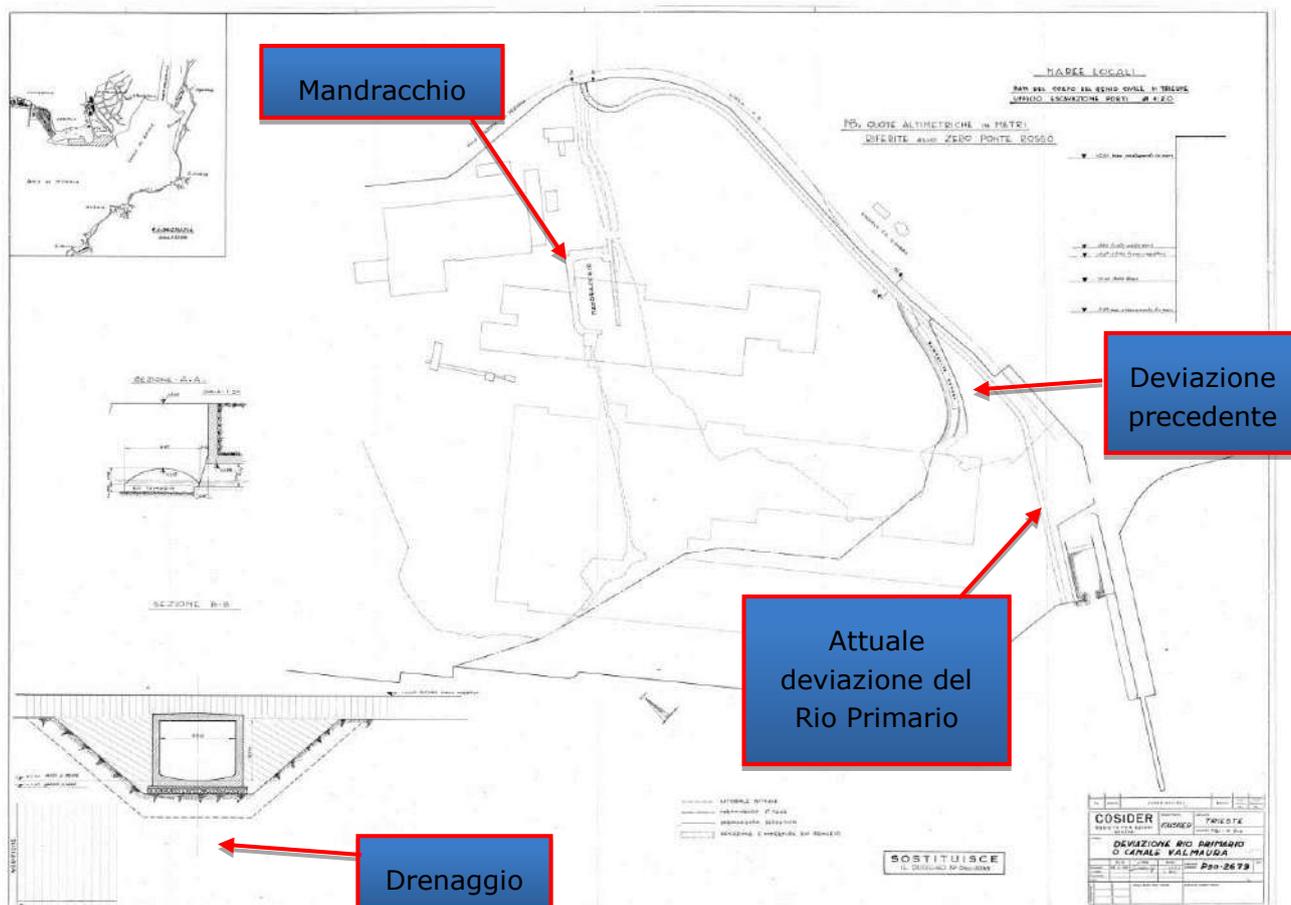


Figura 8-5: Planimetria del progetto di deviazione del Rio Primario del 1962

Nell'immagine del 1957, invece, si osserva come vi fosse già stata una prima deviazione del Rio Primario a cielo aperto con una parte finale che sembra interrata verso la foce, anche se tuttavia è presente il vecchio corso del Rio Primario con il porticciolo detto "Mandracchio" sul lato ovest. La parte interrata potrebbe essere la "tubazione" danneggiata così come riportata nella pianta del 1961 e del 1962 come "tronco esistente". Tra l'altro si osserva nella pianta del 1961 come vi fosse un precedente percorso in prossimità della foce, forse tuttavia a cielo aperto. Tale percorso era stato con probabilità successivamente intubato ed evidentemente danneggiato come indicato sempre nella pianta del 1961. Si potrebbe pertanto affermare che, sia il vecchio corso del Rio Primario verso il "Mandracchio" sia quest'area con le vecchie deviazioni del Rio Primario, possano rappresentare vie di "comunicazione" sotterranea diretta tra l'area del DZ2bis e l'area costiera di SE della Ferriera.

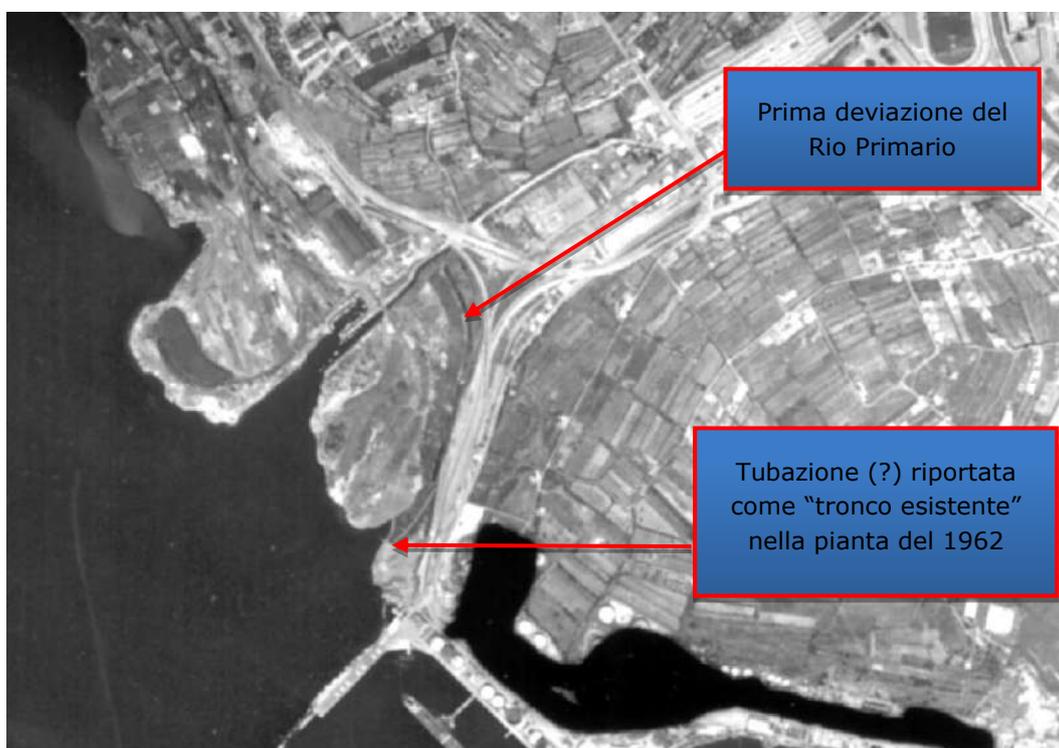
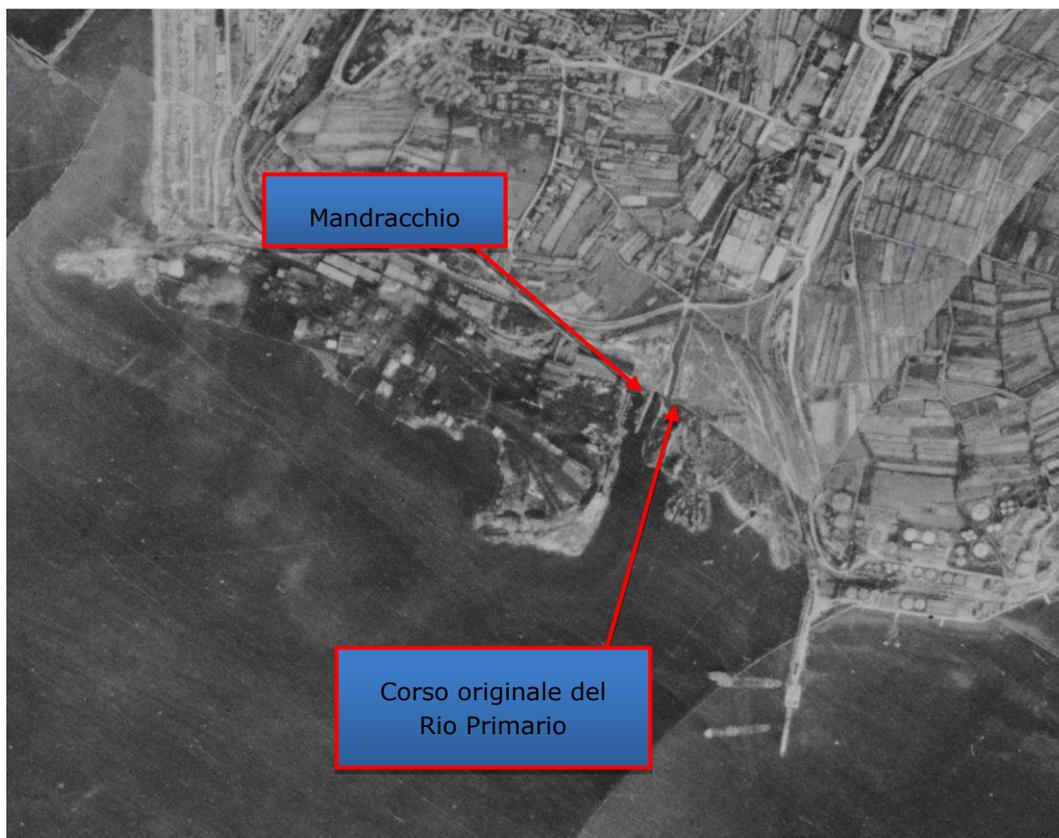


Figura 8-6: Immagini aeree a) del 1943 (GoogleEarth) e b) del 1957.

È su questa base che vengono presentati due modelli idrogeologici per spiegare una così forte correlazione tra il livello di falda misurato al DZ2bis e le oscillazioni di marea:

- il primo detto "Rio Primario", che attribuisce alla base drenante dello scatolare in cemento armato, così come rappresentata nella pianta del 1962 (Figura 8-5), tale effetto;
- il secondo detto "Mandracchio", che attribuisce tale effetto al drenaggio, ipotizzato tuttavia attivo, del vecchio alveo del Rio Primario e/o delle vecchie deviazioni dello stesso Rio Primario.

Fondamentalmente la differenza tra i due modelli sta nel fatto che nel primo di essi (modello "Rio Primario") il drenaggio del Rio Primario al di sotto dello scatolare in cemento armato deve essere attivo e ben funzionante per tutta la sua lunghezza dall'ingresso nella Ferriera al mare, drenando così le acque superficiali per tutto il suo corso.

Nel secondo modello (Modello Mandracchio), invece, il drenaggio potrebbe essere limitato alla sola area del DZ2bis, permettendo un drenaggio meno spinto (e quindi minori gradienti di falda) lungo il resto del corso del Rio Primario deviato.

La modellistica idrogeologica fa propendere per questo secondo modello senza peraltro poter escludere il primo dei due. Dovranno, pertanto, essere progettati ed eseguiti analisi e monitoraggi specifici al fine di identificare univocamente quale sia la situazione effettiva.

#### *8.4.1 Il modello "Rio Primario"*

Nella Figura 8-7 è possibile osservare come il flusso sia estremamente lento nel Flysch, mentre, a causa della molto maggiore permeabilità, esso sia estremamente più rapido nei materiali di riporto. Inoltre, le linee di flusso tendono a concentrarsi in "corridoi" specifici a più alta permeabilità probabilmente anche legati alla presenza dei sedimenti del paleo-alveo del Rio Primario. Anche in queste figure è ben evidente l'effetto drenante che, nelle ipotesi del modello, è esercitato dal Rio Primario.

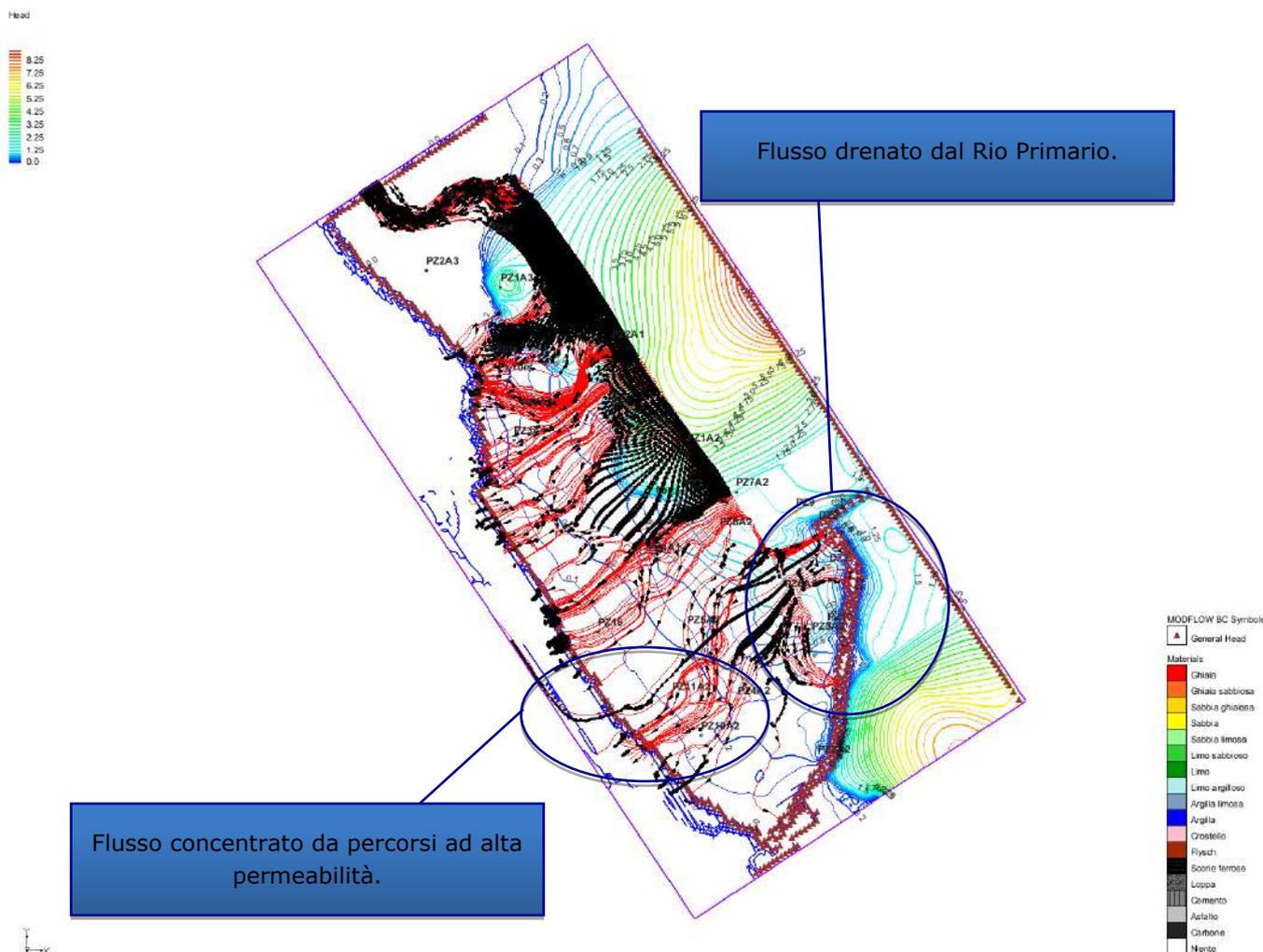


Figura 8-7: Linee di flusso del modello da una fascia nella zona a NE della Ferriera. Le frecce nere indicano intervalli di percorrenza lungo tali linee pari a 10 anni. Si nota come il flusso sia estremamente lento nel Flysch, mentre sia estremamente più rapido nei materiali di riporto. Altresì, le linee tendono a concentrarsi in "corridoi" specifici più permeabili. Anche in questo caso è ben evidente l'effetto drenante che pare esercitato dal Rio Primario.

Al fine di calcolare le portate che dalla Ferriera vanno verso le aree di recapito (il mare ed il Rio Primario), sono state identificate una serie di aree rettangolari, lungo e perpendicolari alla costa, di larghezza pari a 50 m (Figura 8-8). Sono inoltre state identificate un'area specifica che rappresenta la Piattaforma Logistica (a NO) e tre aree lungo il corso Rio Primario.

Le portate attraverso ognuna di tali aree sono indicate in Figura 8-9. La distribuzione delle portate lungo il barrieramento lato mare (aree n. da 1 a 28) mostra come la sezione verso SE della Ferriera (aree n. da 1 a 13) tende ad avere portate dalla Ferriera al mare significativamente più elevate (3.8 l/s) in paragone alle portate nella sezione centrale (a meno delle aree n. 19, 20 e 21) o in quella verso NO. In particolare, le aree da 19 a 24, che sono tra quelle dove le acque risultano essere maggiormente inquinate, portano soltanto 0,86 l/s, di cui 0,74 l/s sono drenate a mare soltanto dalle aree 19 e 20.

Alcune incertezze sui dati dei monitoraggi dei piezometri presenti nell'area dalla 19 alla 24 portano a ritenere poco affidabile il dato di portata rilevato nelle succitate aree, ritenendo di dover correggere cautelativamente, di un fattore 2 il dato di portata. In pratica si ritiene di dover considerare una portata complessiva di queste aree (dalla n. 19 alla n. 24) almeno pari, arrotondando per eccesso, a circa 1,8 l/s.

Le portate di drenaggio dalla Ferriera verso il Rio Primario sono elevate (3,62 l/s). Queste portate significative derivano, come detto, direttamente dall'aver assunto nel modello che il drenaggio esistente al di sotto del Rio Primario fosse estremamente efficiente, comportando gradienti elevati della falda proprio in prossimità di esso.

A loro volta tali gradienti della falda possono essere mantenuti soltanto tramite una ricarica molto elevata che potrebbe essere non giustificata.

La bassa portata verso mare della sezione NO della Ferriera di Servola relativa allo stato di flusso stazionario non include i fenomeni di risalita della falda durante i periodi di piovosità intensa, alta marea o acqua alta, o la sua discesa durante i periodi la bassa marea ed acqua bassa. È proprio l'alternanza di questi cicli (con oscillazioni complessive che comunemente possono superare i 1,5 m) che permette il dilavamento degli inquinanti dai terreni di riporto della Ferriera.

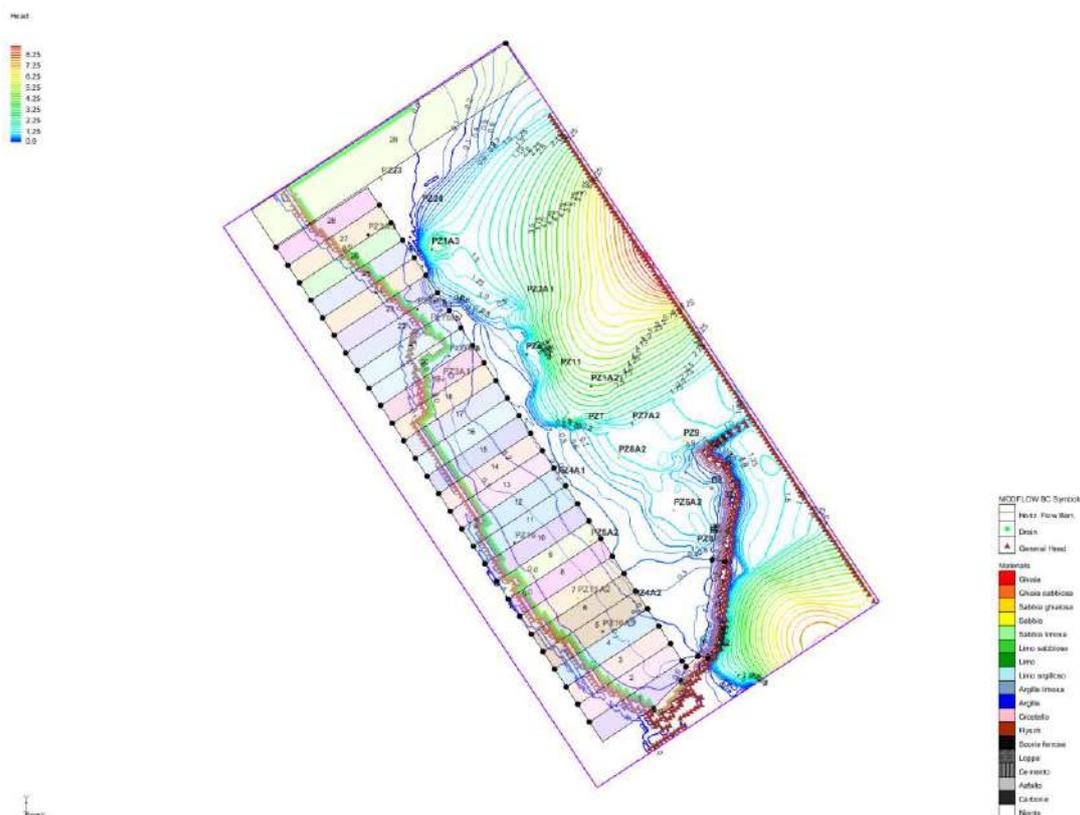


Figura 8-8: Aree per le quali è stata calcolata la portata verso mare (aree da n. 1 a 28 in sezioni di larghezza pari a 50 m ognuna), verso la zona della Piattaforma Logistica (area n. 29) e verso il Rio Primario (aree dalla 30, verso valle, alla 32, verso monte).

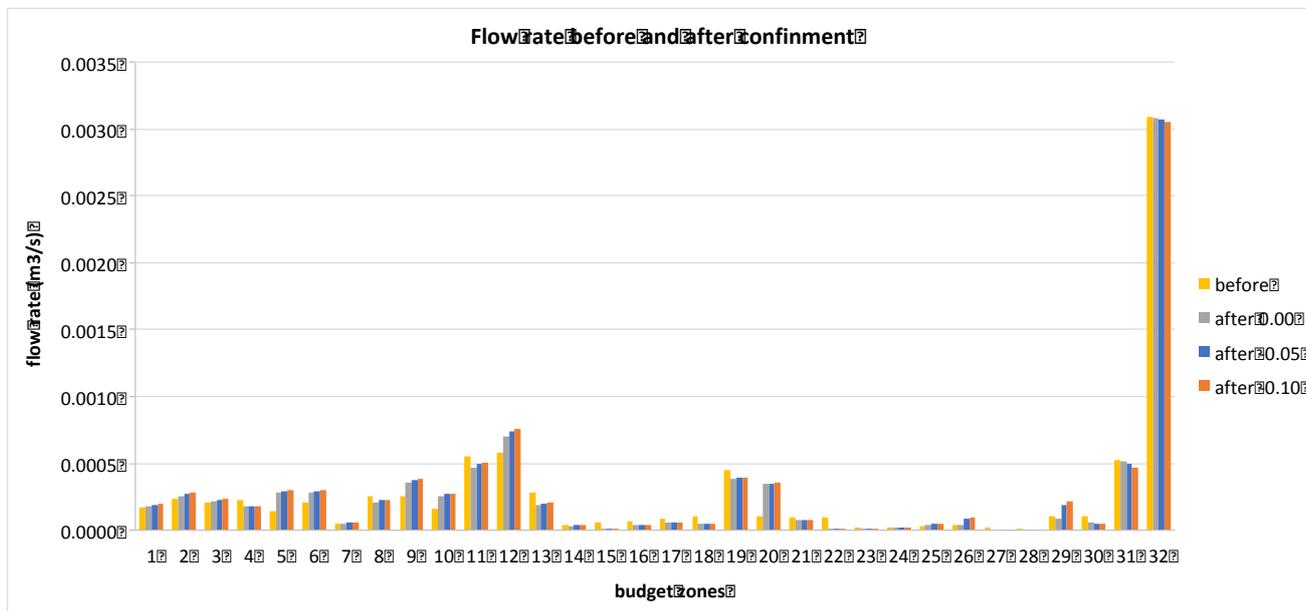


Figura 8-9: Portate calcolate per il modello calibrato in ognuna delle aree di flusso (vedi Figura 8-8) prima (before) e dopo (after) la messa in sicurezza della Ferriera di Servola per tre differenti livelli della falda all'altezza del drenaggio di confinamento. Notare il flusso rilevante (circa 3 l/s) che dalla Ferriera sarebbe drenato nell'ipotesi del modello "Rio Primario"

#### 8.4.2 Il modello "Mandracchio"

Il modello "Mandracchio" presenta una sostanziale similitudine con il modello precedente, a meno dell'area dello stesso Rio Primario.

Nel modello "Mandracchio" si suppone che il drenaggio avvenga prevalentemente nell'intorno del piezometro DZ2bis, lungo linee di deflusso preferenziale non tuttavia identificate, mentre il corso del Rio Primario deviato presenta un effetto drenante minore.

Le considerazioni in dettaglio esposte nei paragrafi precedenti, in particolare il non dovere ricorrere a ricariche elevate non pienamente giustificate introdotte nel modello Rio Primario, fanno al momento sostenere che il cosiddetto modello "Mandracchio" rappresenti più da vicino la realtà fisica del flusso sotterraneo nella Ferriera di Servola.

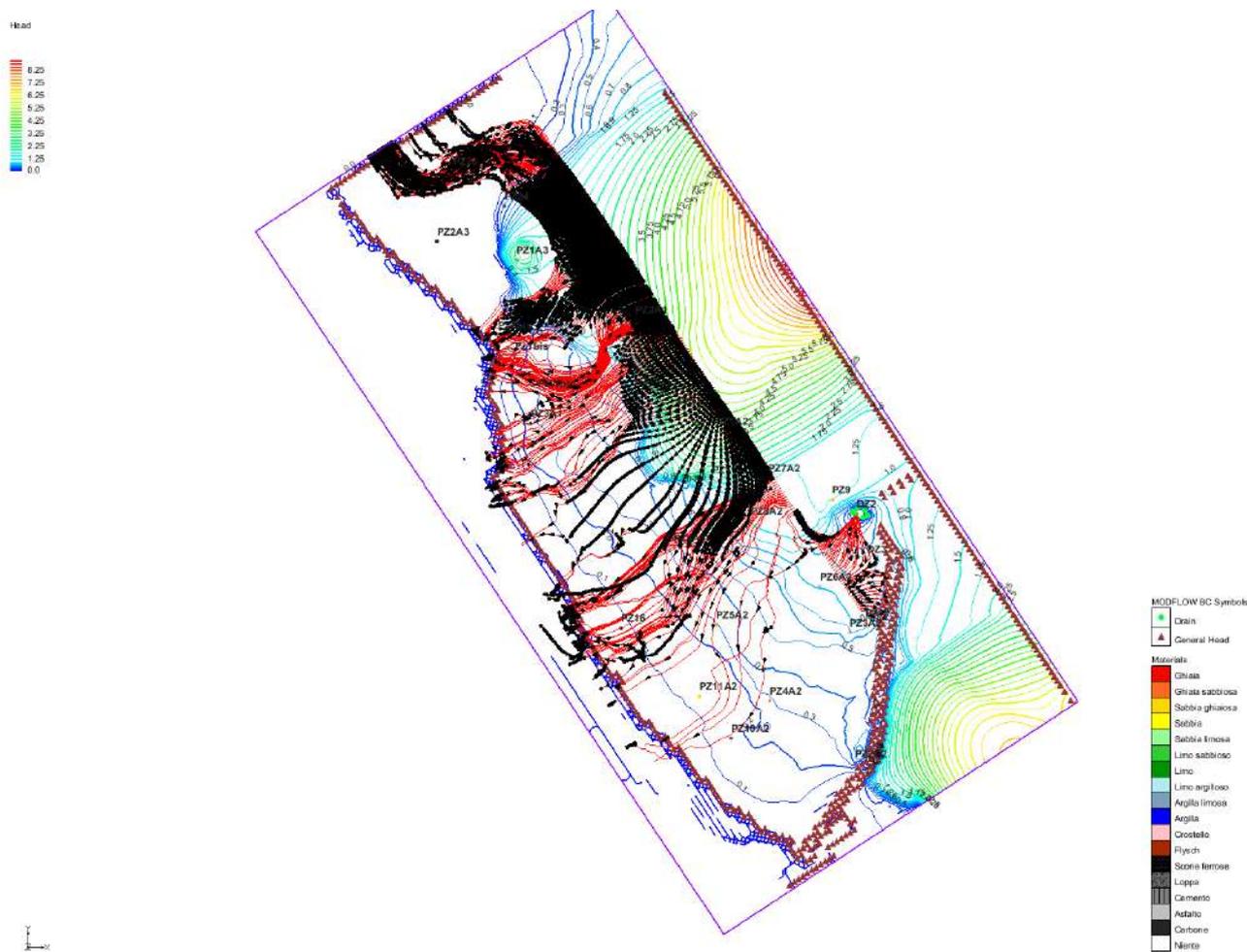


Figura 8-10: Linee di flusso del Modello "Mandracchio". Le freccette nere lungo le linee di flusso sono ad intervalli temporali di 10 anni.

Le portate verso mare di questo modello sono sostanzialmente identiche al modello precedente; Ad eccezione del settore di S e SE, nei quali il modello "Rio Primario" ha portate che sono quadruple di quelle del modello "Mandracchio". Infatti, mentre nel primo modello queste erano calcolate pari a circa 3,63 l/s, in questo secondo modello tali portate sono calcolate pari a circa 0,82 l/s.

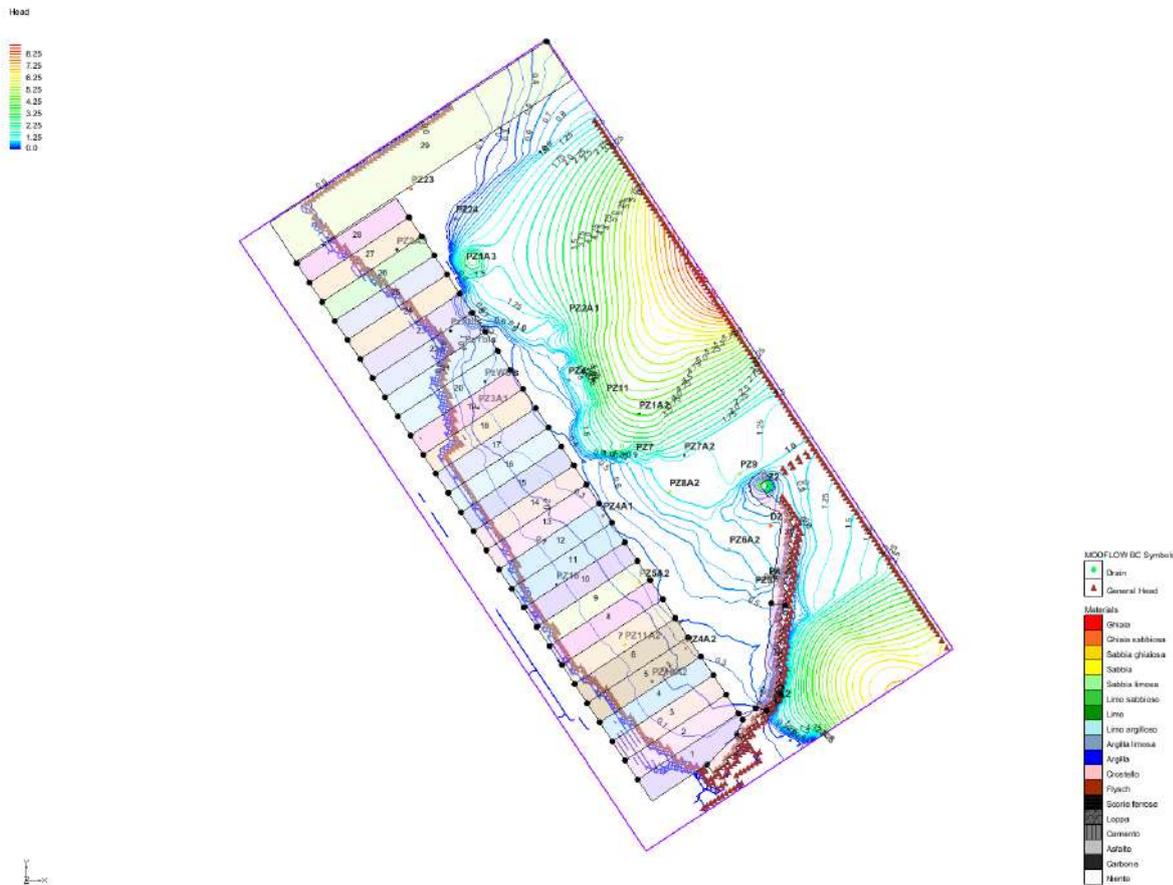


Figura 8-11: Aree per le quali è stata calcolata la portata, relative al modello "Mandrachio". Tali aree sono le stesse utilizzate per il modello "Rio Primario".

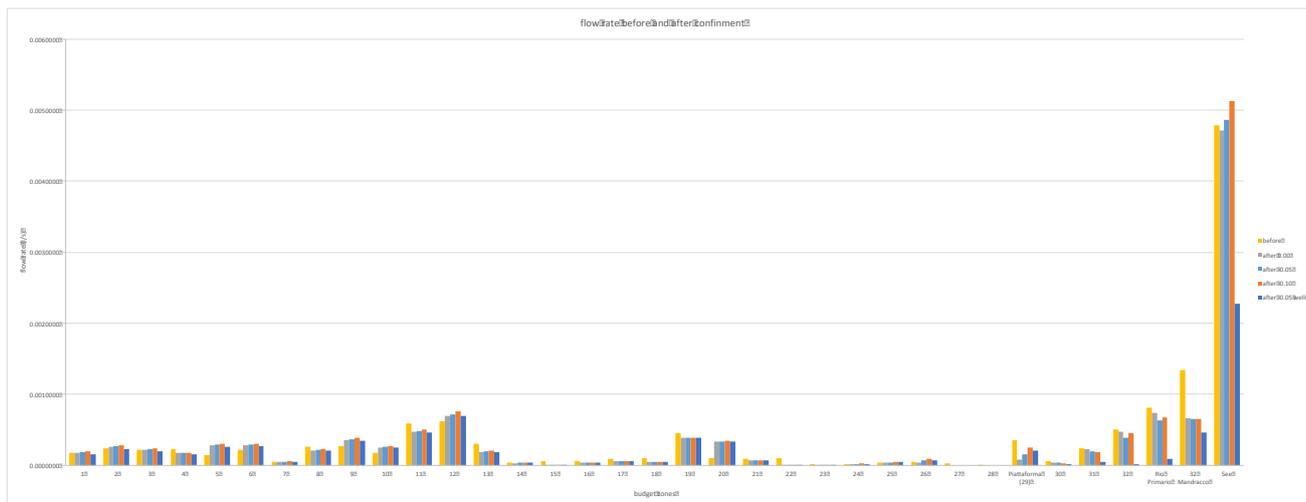
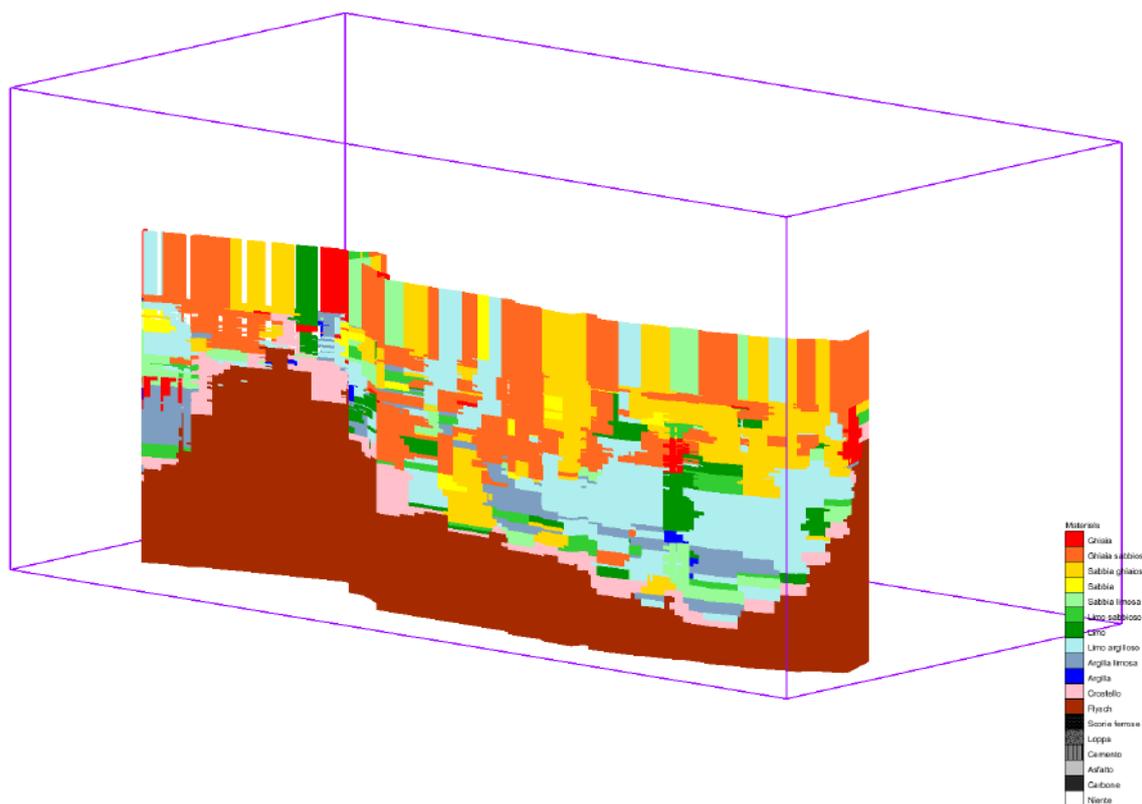


Figura 8-12: Portate calcolate per il modello calibrato "Mandrachio" in ognuna delle aree di flusso (vedi Figura 8-11) prima (before) e dopo (after) la messa in sicurezza della Ferriera di Servola per tre differenti livelli della falda all'altezza del drenaggio di confinamento.

## 8.5 Interventi di messa in sicurezza

La messa in sicurezza della falda della Ferriera di Servola prevede la realizzazione di un barrieramento fisico costituito da un diaframma che contenga il flusso delle acque sotterranee dalla zona dei riporti della Ferriera al mare. Il barrieramento fisico è accompagnato sul lato della Ferriera da un drenaggio di captazione delle acque sotterranee provenienti da monte, affinché queste possano venire coltate all'impianto di trattamento delle acque.

Lo sviluppo planimetrico del diaframma è stato inserito nel modello geologico in modo da ricavare la profondità ottimale dello stesso in ogni tratta al fine di garantire la miglior tenuta dello stesso diaframma. La sezione geologica lungo tale sviluppo planimetrico è riportata nella *Figura 8-13*



*Figura 8-13: Sezione geologica lungo lo sviluppo planimetrico del diaframma come da progetto. Vista verso N-NO. Notare come il Flysch risalga rapidamente fin quasi ad arrivare al livello del mare, per poi riapprofondirsi, raggiungendo quote di anche -36 m s.l.m.m. in corrispondenza del paleoalveo del Rio Primario, e successivamente risalire nuovamente fino a pochi metri sotto al livello del mare alla terminazione del diaframma lungo il lato del porticciolo.*

La sezione geologica evidenzia che materiali meno permeabili (argille, argille limose, limi argillosi e limi) si riscontrano con una certa continuità soltanto in corrispondenza del paleo-alveo del Rio Primario. Per tale motivo è stato deciso di approfondire la barriera fisica almeno un metro dentro al Flysch o al Crostello. Soltanto nell'area del paleoalveo del Rio Primario, a causa

della grande profondità del Flysch, il diaframma si approfondisce nei livelli coesivi a ridotta permeabilità per almeno un metro, i quali avendo spessori di molti metri sono in grado di garantire una ugual tenuta del sistema di messa in sicurezza.

Il dreno corre parallelamente al diaframma tra quota 0,0 m s.l.m.m. e -1,0 m s.l.m.m..

### 8.5.1 Il modello "Rio Primario"

Il barrieramento fisico e la trincea drenante sono stati trasferiti alla griglia di calcolo. Il drenaggio è stato posizionato ad un livello -0.05 m s.l.m.m. come livello di progetto in gestione ordinaria. I risultati del modello "Rio Primario" sono riportati in *Figura 8-14*.

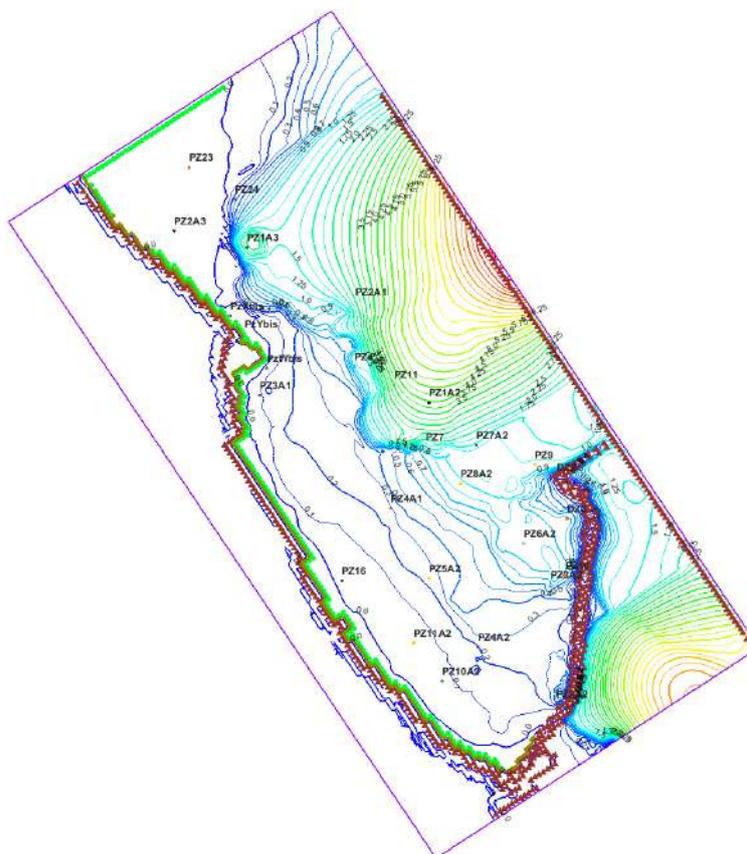
La *Figura 8-15* mostra le linee di flusso per il modello a seguito della messa in sicurezza. Si nota come le stesse siano praticamente tutte intercettate dal drenaggio a monte del barrieramento fisico. Si nota, altresì, come il Rio Primario continui a drenare significativamente, anche se in misura minore, le acque contenute nei terreni di riporto della Ferriera di Servola.

Notare come la *Figura 8-16* mostri che la barriera fisica lato mare (linea verticale marrone), in aggiunta al drenaggio, blocchi il propagarsi verso mare delle linee di flusso, efficientemente riducendo praticamente a zero il trasporto degli inquinanti verso mare.

Come riportato nella *Figura 8-9*, le portate totali alla trincea drenante nel modello "Rio Primario" sono pari a 4.99 l/s (pari a circa 431 m<sup>3</sup>/d), mentre dal Rio Primario risultano drenati circa 3,62 l/s (pari a circa 312 m<sup>3</sup>/d) per un totale di 8,80 l/s (pari a circa 760 m<sup>3</sup>/d).

Tenendo conto del fattore di amplificazione 2 considerato per il tratto 19÷24 (cfr. §8.4.1), la portata è di circa 800,0 m<sup>3</sup>/d.

Head



MODFLOW BC Symbols

- Horiz. Flow Bar.
- Drain
- General Head

Materials

- Ghiaia
- Ghiaia sabbiosa
- Sabbia ghiaiosa
- Sabbia
- Sabbia limosa
- Limo sabbioso
- Limo
- Limo argilloso
- Argilla limosa
- Argilla
- Cretaccio
- Flysch
- Scorie ferrose
- Loppa
- Cuneato
- Adfallo
- Carbone
- Niente

Figura 8-14: Modello "Rio Primario", livello di falda calibrata a seguito della messa in sicurezza. Notare la barriera fisica lato mare (linea spezzata marrone) ed il drenaggio (verde) a monte di questa

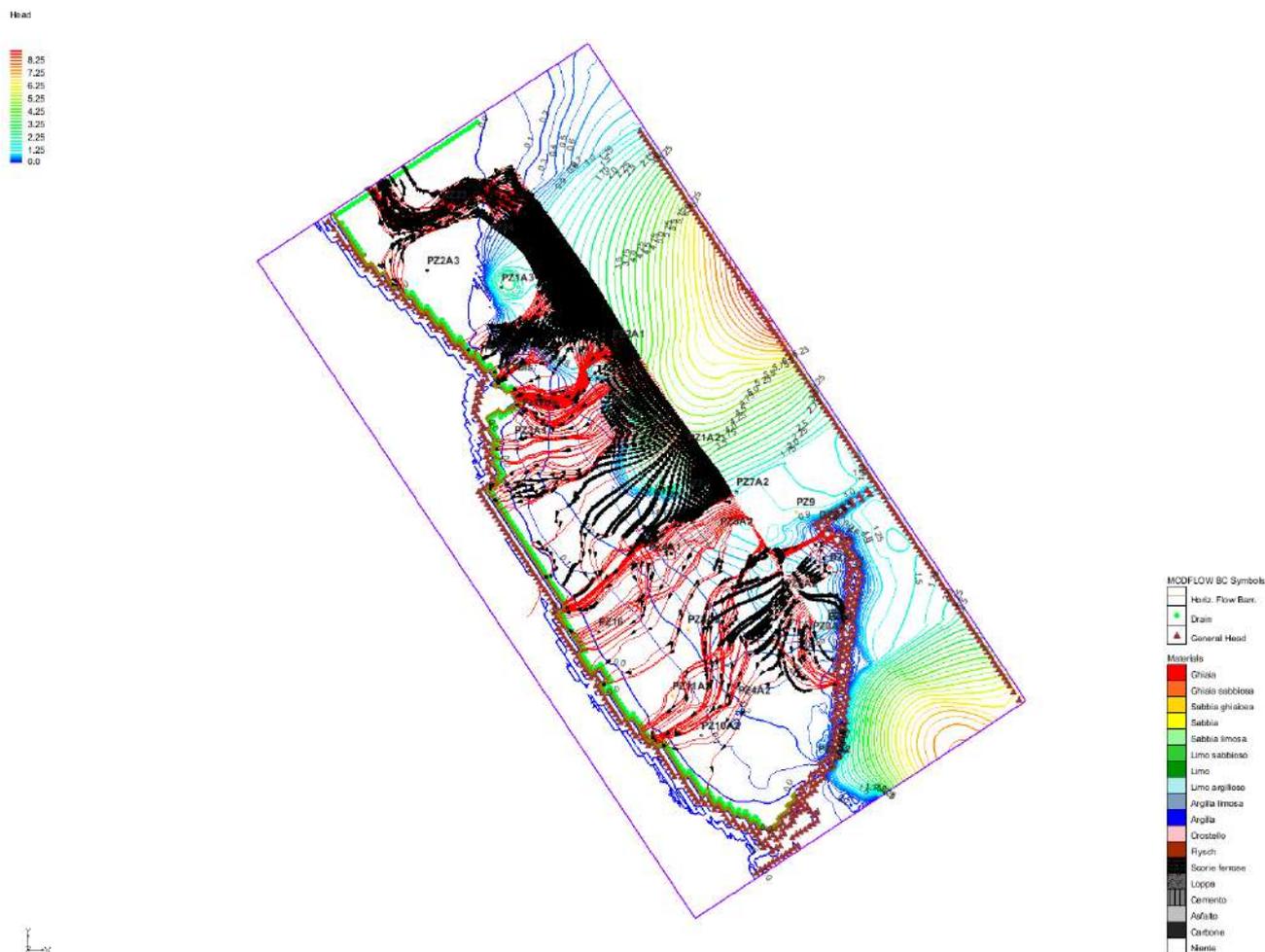


Figura 8-15: Linee di flusso del modello "Rio Primario", dopo la messa in sicurezza, esse sono sostanzialmente identiche a prima della messa in sicurezza a meno del fatto che le stesse terminano nella trincea drenante. Notare come queste linee vengano "catturate" anche dal drenaggio costituito dal Rio Primario. Le frecce nere lungo le linee di flusso sono ad intervalli temporali di 10 anni

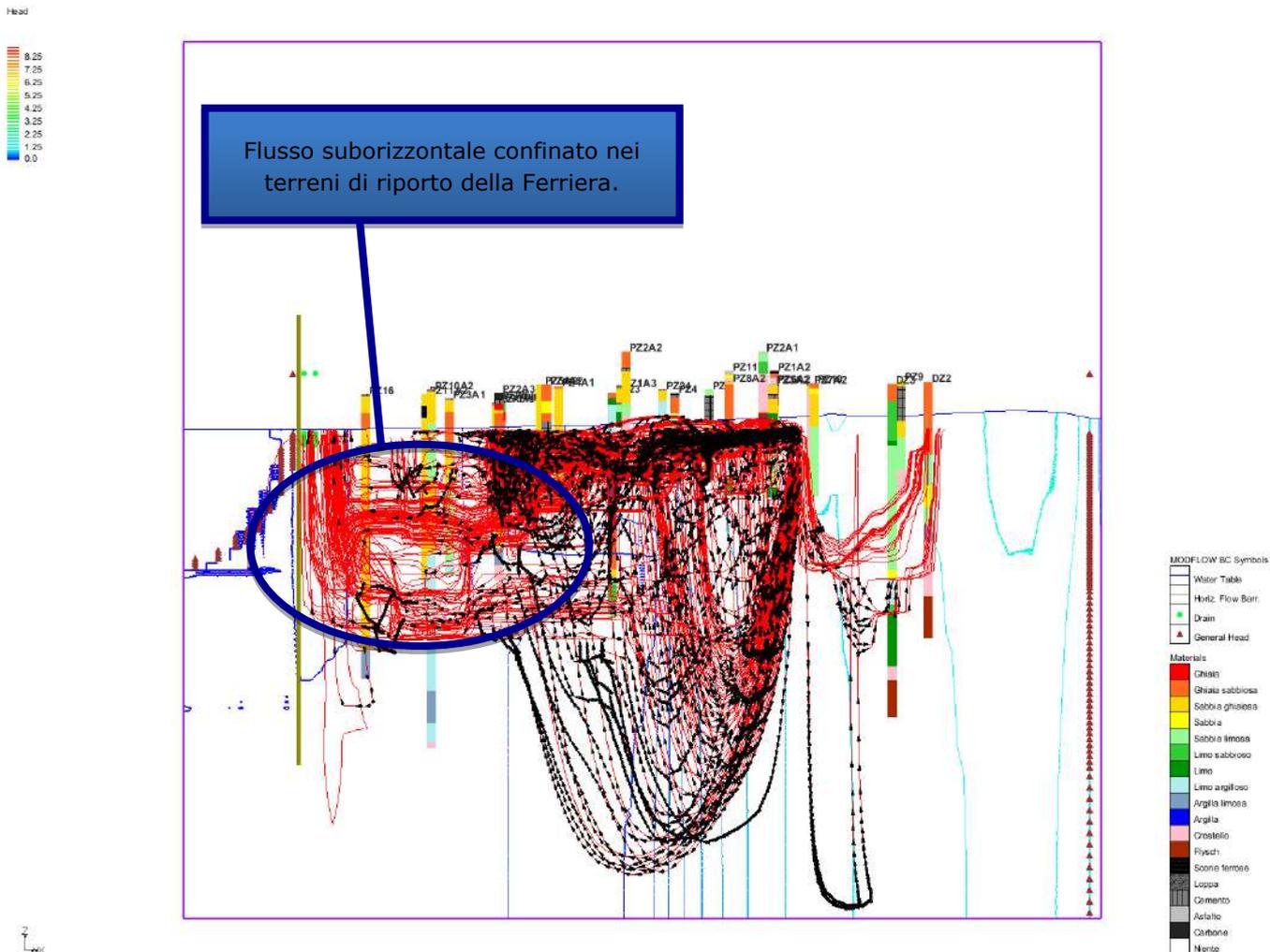


Figura 8-16: Sezione verticale delle linee di flusso del modello "Rio Primario" dopo la messa in sicurezza. Notare come la barriera fisica lato mare (linea verticale marrone) blocchi il propagarsi verso mare delle linee di flusso. Notare altresì come le linee di flusso risalgano dal Flysch verso l'alto confinando il flusso all'interno dei materiali di riporto.

### 8.5.2 Il modello "Mandrachio"

Il barrieramento fisico e la trincea drenante sono stati anch'essi trasferiti alla griglia di calcolo del modello "Mandrachio". Il drenaggio, è posizionato ad una quota di -0.05 m s.l.m.m.. I risultati del modello "Mandrachio" sono riportati in Figura 8-17. Si nota come, anche in questo caso il livello piezometrico non sia sostanzialmente diverso dal precedente, a meno di un leggero arretramento delle isopieze dovuto alla somma delle due condizioni imposte nel modello e cioè che il barrieramento ha di fatto arretrato, rispetto alla riva attuale, il livello di conferimento delle acque al drenaggio lungo il diaframma che è posizionato ad una quota inferiore al livello medio mare.

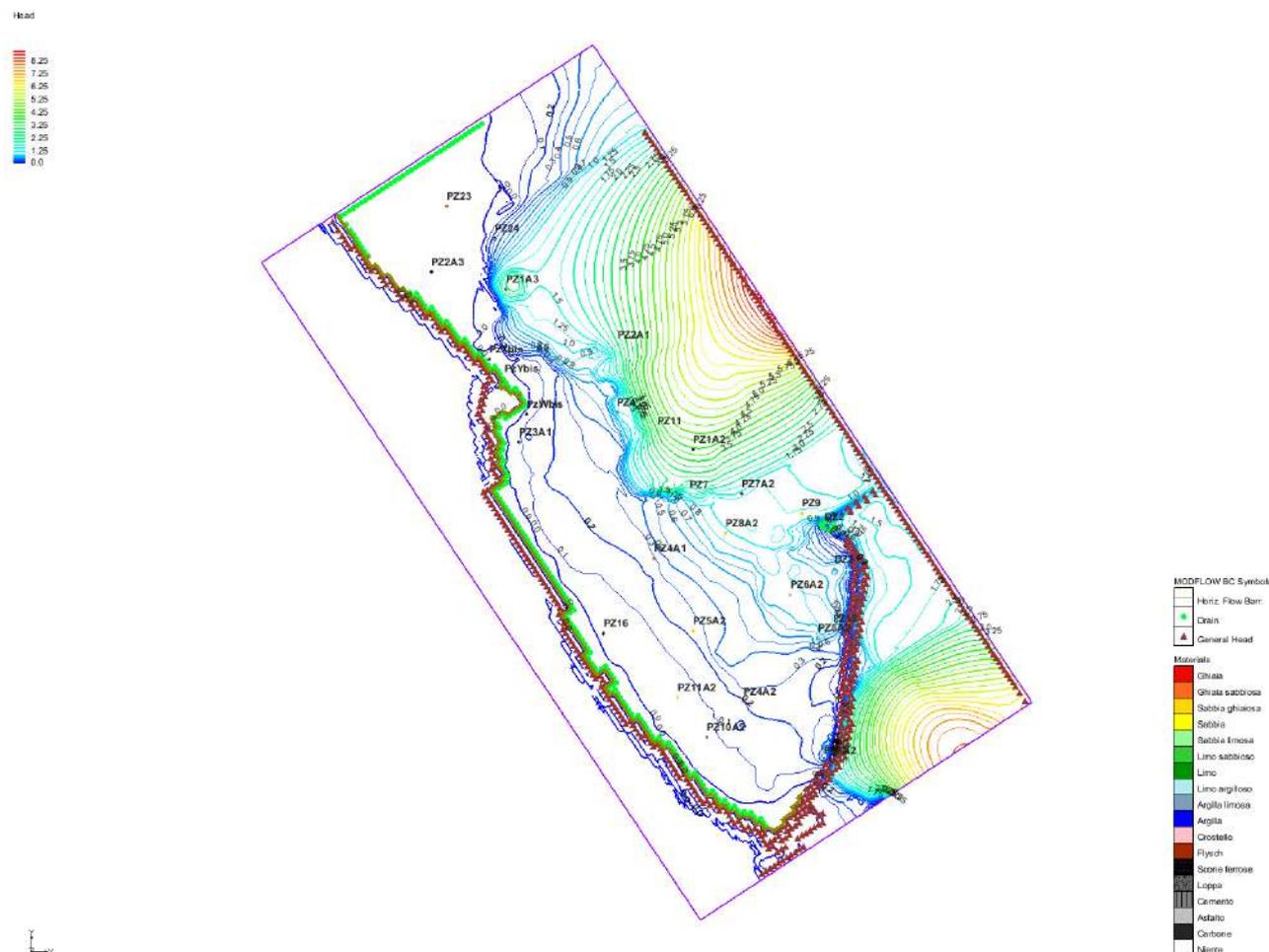
La Figura 8-18 mostra le linee di flusso per il modello a seguito della messa in sicurezza. Si nota come le stesse terminino tutte nel drenaggio realizzato a monte del barrieramento fisico. Questo risultato da conto, nei limiti della modellizzazione idrogeologica, della bontà dell'intervento

progettato anche nel caso del modello "Mandrachio". Si nota, altresì, come il Rio Primario continui a drenare significativamente ma in misura molto minore, rispetto alla condizione attuale ed al modello "Rio Primario", le acque contenute nei terreni di riporto della Ferriera.

Notare come la *Figura 8-19* mostri che la barriera fisica lato mare (linea verticale marrone) in aggiunta al drenaggio blocchi in pratica completamente il propagarsi del flusso di acqua riducendo praticamente a zero il trasporto degli inquinanti verso mare. Il modello evidenzia, altresì, come le linee di flusso risalgano dal Flysch verso l'alto confinando il flusso all'interno dei materiali di riporto.

Come riportato nella *Figura 8-12*, le portate totali alla trincea drenante nel modello "Mandrachio" sono pari a 4,86 l/s (pari a circa 419 m<sup>3</sup>/d), mentre dal Rio Primario risultano drenati circa 0,63 l/s (pari a circa 54 m<sup>3</sup>/d) per un totale di 5,49 l/s (pari a circa 474,3 m<sup>3</sup>/d).

Tenendo conto del fattore di amplificazione 2 considerato per il tratto 19÷24 (cfr. §8.4.1), la portata è di circa 560,0 m<sup>3</sup>/d.



*Figura 8-17: Modello "Mandrachio", livello di falda calibrata a seguito della messa in sicurezza. Notare la barriera fisica lato mare (linea spezzata marrone) ed il drenaggio (verde) a monte di questa*

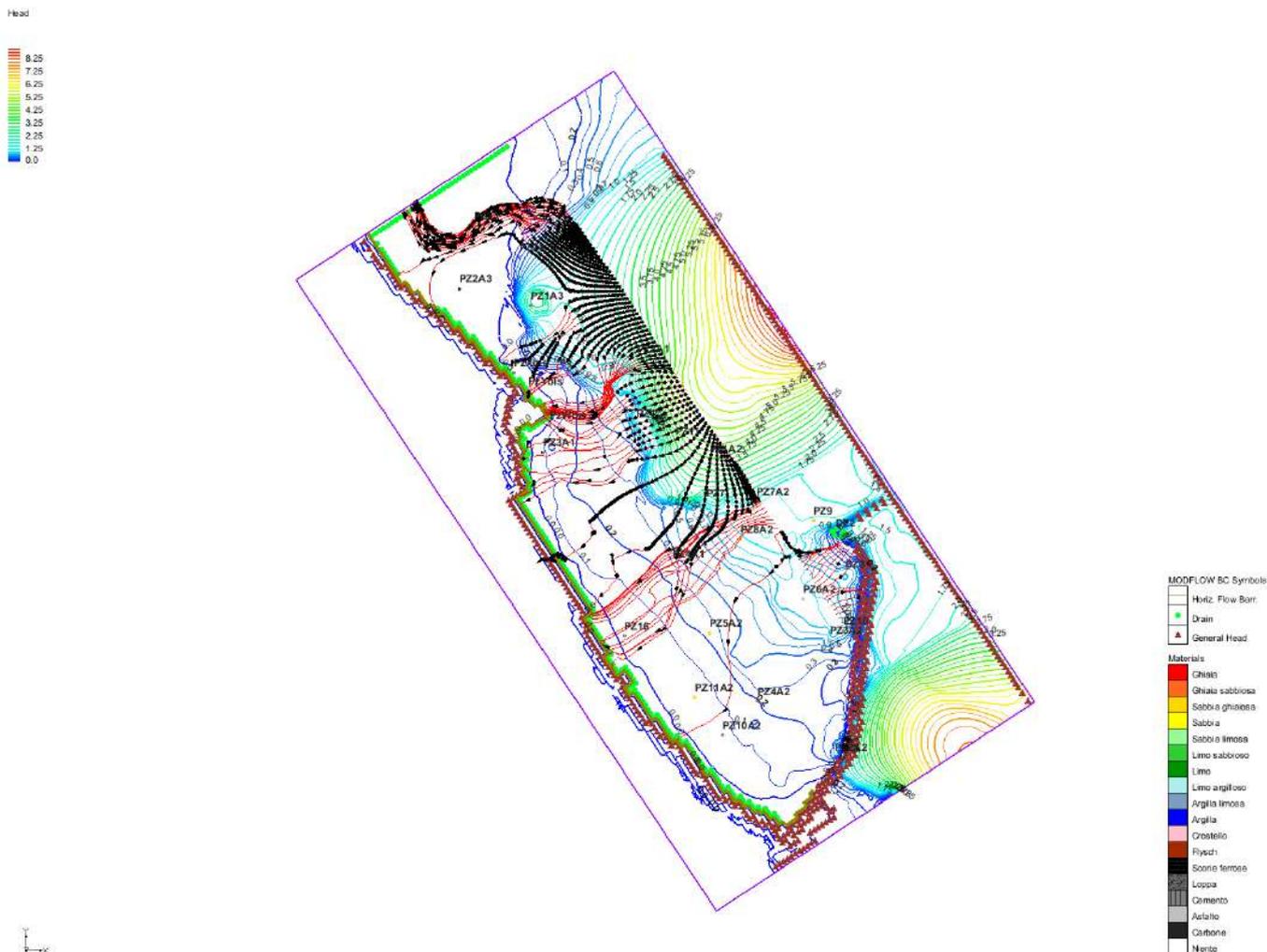


Figura 8-18: Linee di flusso relative al Modello "Mandrachio". Le frecce nere lungo le linee di flusso sono ad intervalli temporali di 10 anni.

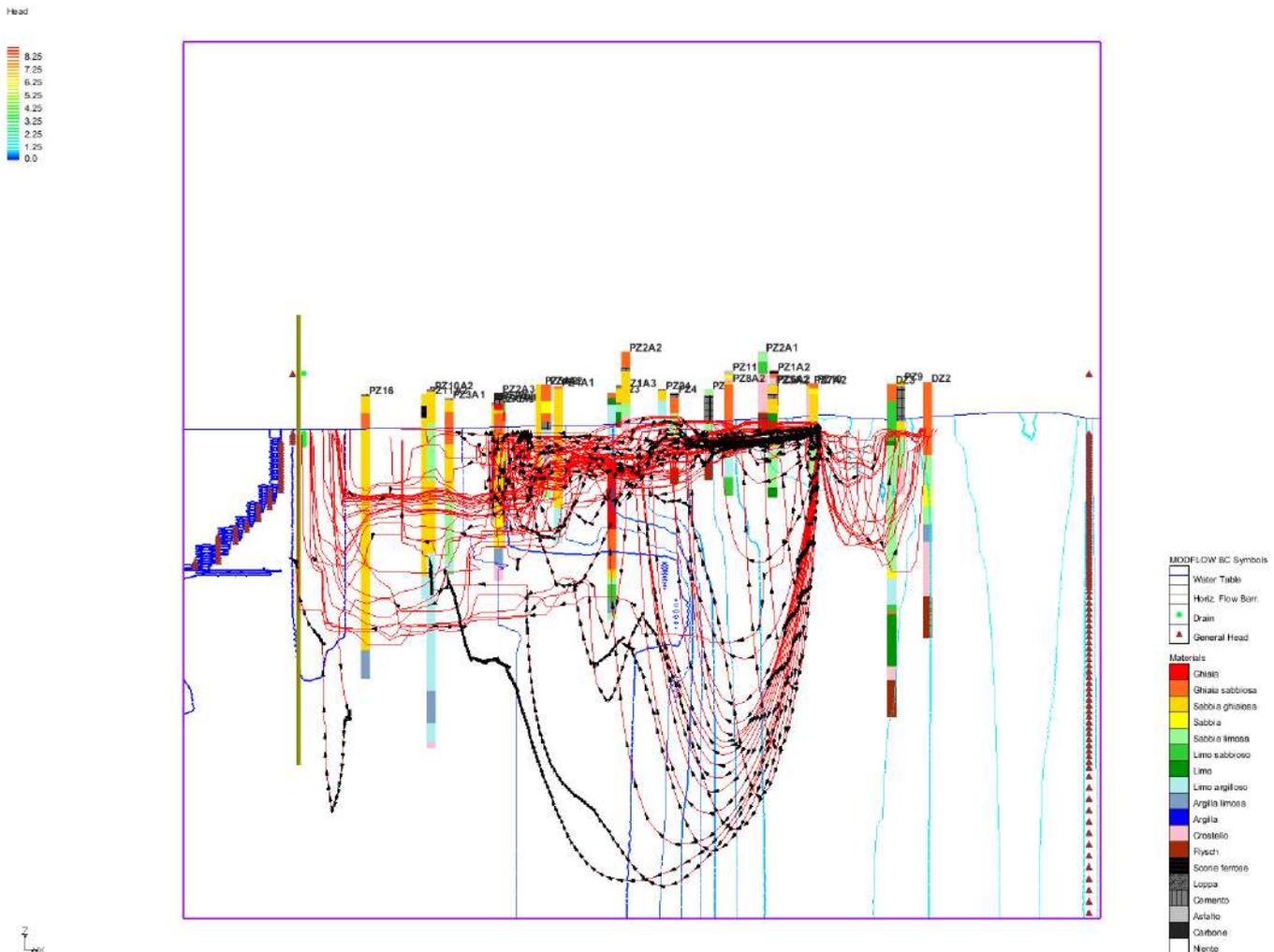


Figura 8-19: Linee di flusso relative al Modello "Mandrachio". Notare come le linee di flusso siano tutte intercettate dalla barriera e dal drenaggio associato.

### 8.5.3 Intercettazione acque drenate dal Rio Primario

Dai risultati presentati per entrambi i modelli si osserva che le portate drenate dal Rio Primario (pari a circa 312 m<sup>3</sup>/d, per il modello "Rio Primario" e a circa 54 m<sup>3</sup>/d, per il modello "Mandrachio") sono significative.

Per il completamento dei presidi ambientali della MISO della falda risulta necessario intercettare questo ulteriore flusso di portate in uscita dalla Ferriera, per qualsiasi modello risulti essere quello prevalente. L'area si presenta fortemente infrastrutturata; sono presenti fasci di binari, condotte del gas, reti di raccolta acque superficiali, pavimentazioni di MISO e altri sottoservizi e pertanto non è possibile estendere l'intervento di barrieramento con trincea drenante al Rio Primario. Di seguito, *Tabella 8-1*, si propone un'analisi di diverse soluzioni alternative.

Tabella 8-1: Soluzioni verificate tramite modelli idrogeologici specifici

Tipo di soluzione	Controindicazioni
<p><b>a) Barriera fisica</b> (setto impermeabile lungo tutto il Rio Primario esteso sino ad intercettare il Flysch).</p>	<p>La presenza di infrastrutture vitali alla Ferriera ne impedisce la realizzazione. Inoltre, tale barriera farebbe risalire la falda a monte fino ad almeno 2 m s.l.m.m. potenzialmente creando problemi alla gestione delle acque ed alla stabilità delle fondazioni ed alla manutenzione/utilizzo delle infrastrutture interrato.</p>
<p><b>b) Barriera drenante</b> (drenaggio lungo tutto il Rio Primario con quota a 0.00 m s.l.m.m.).</p>	<p>La presenza di infrastrutture vitali alla Ferriera ne impedisce la realizzazione.</p> <p>Inoltre, non può essere garantito che vengano intercettati tutti gli inquinanti che attualmente sono drenati dal Rio Primario.</p>
<p><b>c) Barriere fisica + drenante</b> (somma delle soluzioni precedenti).</p>	<p>Per quanto questa sia la soluzione ipoteticamente migliore, la presenza di infrastrutture vitali all'esercizio della Ferriera, ne impedisce la realizzazione.</p>
<p><b>d) Barriera fisica lunga esterna</b> alla Ferriera di Servola lungo tutto il corso del Rio Primario in "sponda" sinistra, con intasamento alla foce del drenaggio del Rio Primario e trattamento di tutte le acque drenate dallo stesso.</p>	<p>Non conoscendo la situazione di flusso esterna alla Ferriera tale soluzione potrebbe comportare problemi derivanti da un innaturale innalzamento della falda esterna che risulterebbe non più drenata.</p>
<p><b>e) Barriera fisica corta esterna</b> alla Ferriera di Servola estesa soltanto nella parte finale del Rio Primario con intasamento del drenaggio alla foce.</p>	<p>Non conoscendo la situazione del flusso sotterraneo esterno alla Ferriera ciò potrebbe comportare un innalzamento della falda sia interna che esterna alla Ferriera che potrebbe raggiungere i 2.50 m s.l.m.m..</p>
<p><b>f) Batteria di pozzi in emungimento</b> in "sponda" destra lungo il corso del Rio Primario deviato.</p>	<p>Questa soluzione è tecnicamente realizzabile ed allo stesso tempo potrebbe garantire un alto coefficiente di recupero delle acque sotterranee che circolano nei terreni di riporto della Ferriera e che attualmente sono drenate dal Rio Primario.</p>

Tra le soluzioni esaminate, la soluzione percorribile è quella di una barriera attiva realizzata con una batteria di pozzi in emungimento dimensionata, nella distanza tra i pozzi e negli emungimenti, in modo tale da minimizzare il flusso dai terreni di riporto della Ferriera verso il Rio Primario, senza tuttavia dover trattare un volume consistente di acqua proveniente dalle aree esterne alla stessa Ferriera di Servola.

Il barrieramento idraulico è stato inserito nei due modelli pervenendo alle conclusioni di seguito riportate.

La barriera idraulica di pozzi in emungimento applicata al modello "Rio Primario" (Figura 8-20) è composta da circa 15 pozzi con un emungimento complessivo pari a circa 324 m<sup>3</sup>/d e con un flusso tuttavia drenante dalla Ferriera al Rio Primario di circa 75 m<sup>3</sup>/d. Ad ogni buon conto, il

totale complessivo che dovrebbe essere convogliato agli impianti di trattamento, pari a circa 801 m<sup>3</sup>/d, rientra nelle capacità complessive di progetto dell'impianto stesso.

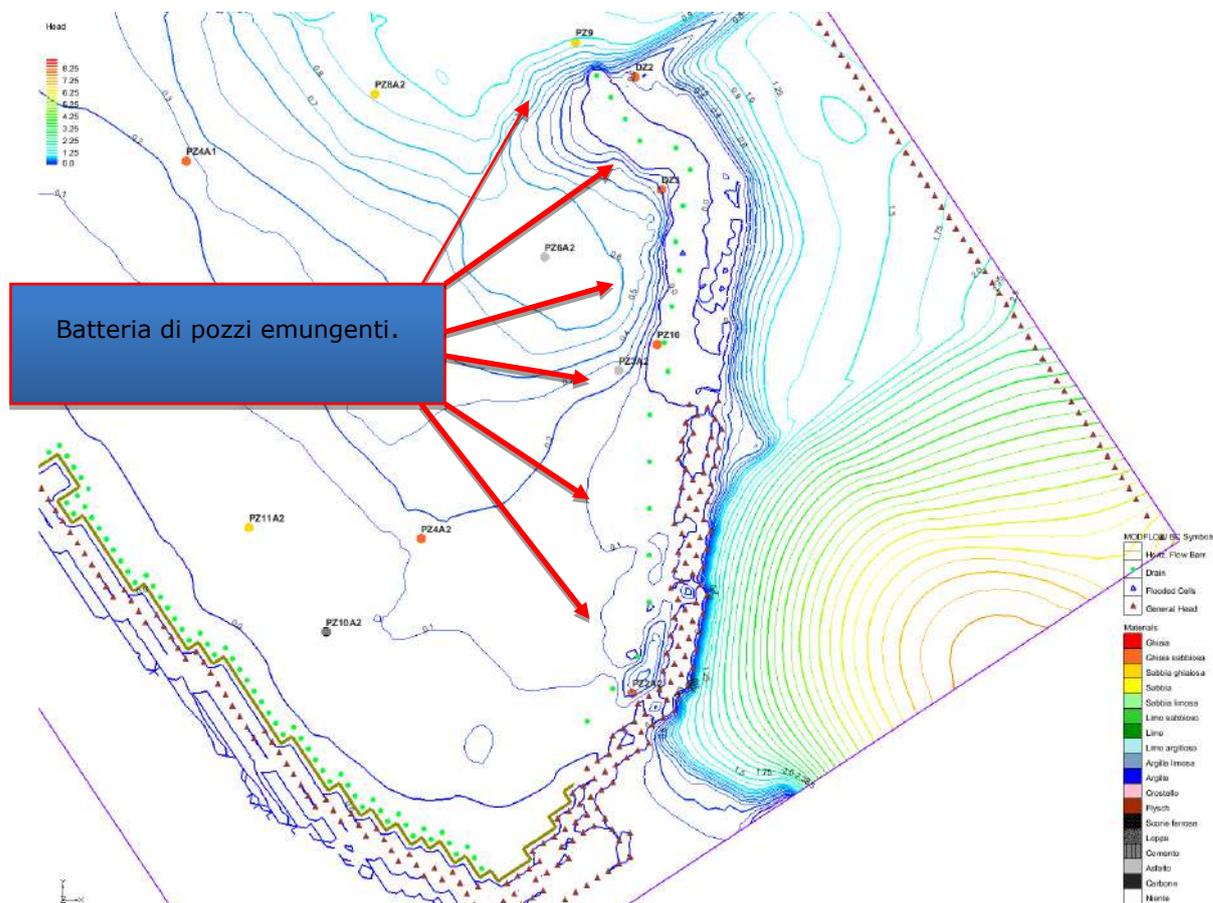


Figura 8-20: Modello "Rio Primario" con batteria di pozzi in emungimento in sponda destra. I pozzi nel tratto più a valle possono non essere realizzati in quanto le loro portate sono considerate esigue

Per quanto riguarda il modello "Mandrachio" la batteria di pozzi in emungimento (Figura 8-21) dovrebbe essere composta da almeno 10 pozzi con emungimento totale di 193 m<sup>3</sup>/d e con un flusso tuttavia drenante dalla Ferriera al Rio Primario di circa 11 m<sup>3</sup>/d. Il totale complessivo della portata di acqua che dovrebbe essere convogliata agli impianti di trattamento è pari a circa 677 m<sup>3</sup>/d e ben rientra nella capacità complessiva di progetto dell'impianto stesso.

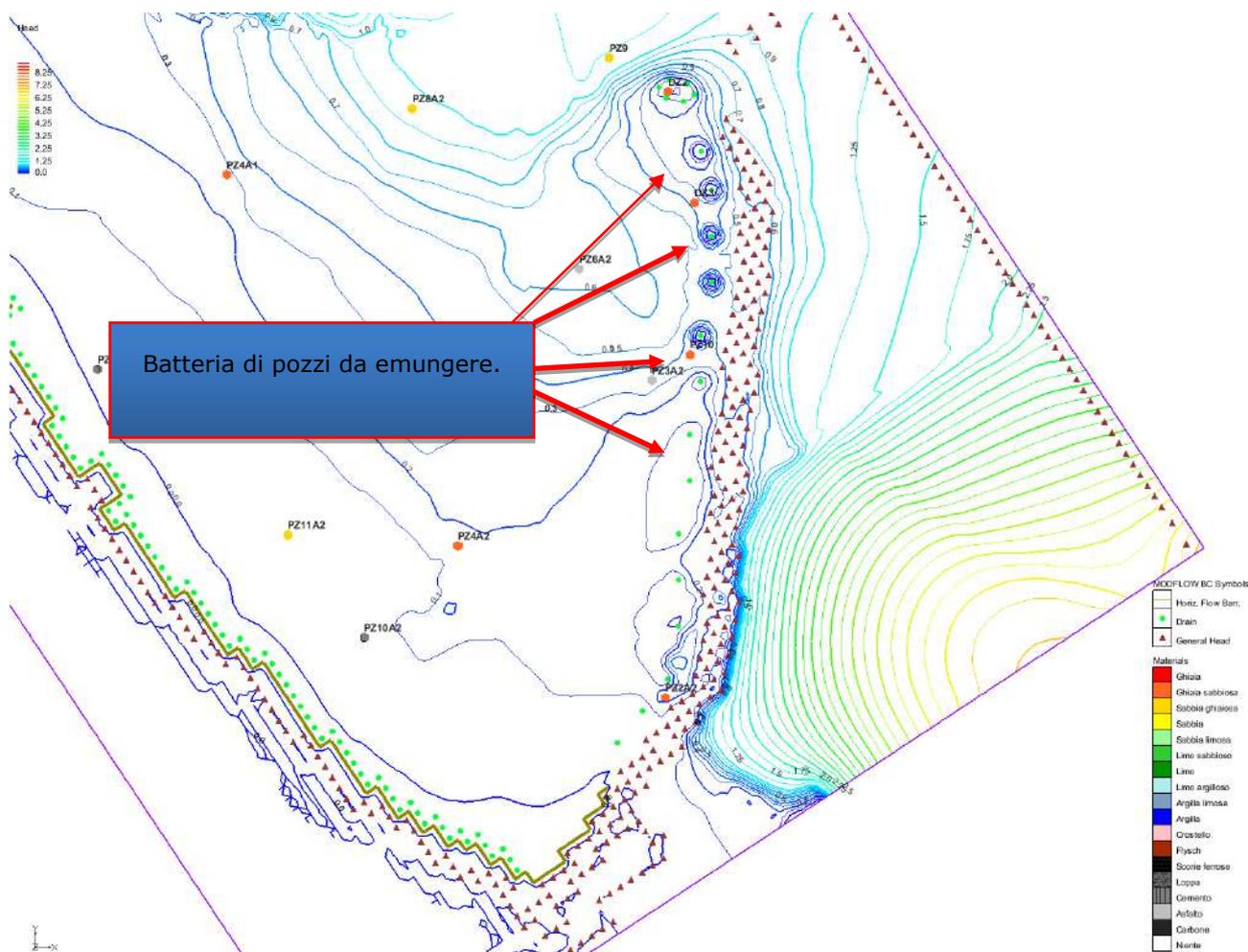


Figura 8-21: Modello "Mandrachio" con batteria di pozzi in emungimento in sponda destra. Questo modello si considera essere quello maggiormente probabile. I 5 pozzi nel tratto più a valle possono non essere realizzati in quanto le loro portate sono considerate esigue.

Si ribadisce che il modello Mandrachio, per le considerazioni rappresentata ai paragrafi precedenti, allo stato risulta essere quello di maggiore attendibilità. Comunque, al fine di verificare adeguatamente le condizioni al contorno e ottimizzare il dimensionamento della barriera idraulica, durante il primo anno di esecuzione della barriera nel tratto dell'ex parco ghisa, si procederà all'attivazione di un monitoraggio della falda nella parte di monte della del Rio Primario, al fine di poter identificare con maggior affidabilità quale dei due modelli presentati o quale combinazione di essi possa essere considerato quello che meglio rappresenti il comportamento effettivo.

#### 8.5.4 Monitoraggio e caratterizzazione del drenaggio Rio Primario

Come detto il monitoraggio avrà una durata di almeno un anno e dovrà essere contestuale all'esecuzione del diaframma nel tratto dell'ex parco ghisa e sarà costituito dalla registrazione in continuo dei dati freaticometrici in cinque doppiette di piezometri. Propedeutica al monitoraggio della falda saranno eseguite indagini geognostiche e geofisiche per identificare con certezza la

planimetria e le profondità del tracciato dello scatolare del Rio Primario deviato e del suo drenaggio di base.

Idealmente si propone di utilizzare i sei piezometri già esistenti come base per le doppiette di monitoraggio. In particolare, i piezometri DZ2bis e PZ9 costituiscono già la prima doppietta delle 5 da realizzare. Le altre quattro doppiette saranno basate sui piezometri DZ3bis, PZ10, PZ3.A2 e PZ2.A2. A ciascuno di questi piezometri dovranno essere affiancati i relativi 4 pozzi da realizzare, la cui locazione dovrà necessariamente essere determinata a valle delle indagini geofisiche previste per l'ubicazione dello scatolare in cemento armato del Rio Primario deviato.

L'analisi del comportamento piezometrico dovrà essere accompagnata dalla realizzazione di un modello idrogeologico specifico dell'area del Rio Primario che discerna in modo definitivo quale sia, tra i modelli in questa sede proposti, la effettiva realtà idrogeologica.

Tale modello idrogeologico dovrà, infine, permettere di ubicare definitivamente la batteria di pozzi da porre in emungimento e di quantificarne le portate.

## 8.6 Conclusioni

Gli interventi previsti per la MISO: diaframma, trincea drenate, barriera idraulica e impianto di trattamento acque di falda risultano pienamente funzionali per entrambi i modelli esaminati.

Il TAF, considerando anche eventi di picco legati ad eventi piovosi, sarà dimensionato per portate superiori a 1.000 m<sup>3</sup>/d, compatibili con le condizioni dettate dai due modelli. Eventuali portate maggiori potranno essere semplicemente laminate nel corpo del riporto della Ferriera, senza effetti particolari, prima di essere drenate e convogliate a trattamento.

Il risultato del monitoraggio, ferma restando la soluzione progettuale definita, consentirà di ottimizzare l'intervento di barrieramento idraulico per pozzi con la definizione del modello più attendibile, ammesso che allo stato, per quanto in precedenza rappresentato, il modello più attendibile risulta essere quello relativo al Mandracchio.

## 9 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI MISO DELLA FALDA

Il programma degli interventi di messa in sicurezza della falda si concretizza in un progetto che prevede la realizzazione di un sistema di marginamento fisico di confinamento dei terreni di riporto dell'area della Ferriera con intercettazione e collettamento delle acque di falda e la realizzazione di un impianto di trattamento delle acque contaminate intercettate.

Gli interventi si pongono l'obiettivo di garantire il rispetto dei limiti di legge previsti per lo scarico di acque reflue industriali in corpi idrici superficiali di cui alla Tabella 3, Allegato 5, Parte Seconda del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

### 9.1 Caratterizzazione delle acque di falda

#### 9.1.1 Risultati analitici complessivi dei monitoraggi

Le analisi chimiche delle acque di falda disponibili comprendono le campagne di caratterizzazione del 2005 e del 2008 e i monitoraggi trimestrali di Siderurgica Triestina (attivi dal 2014).

A maggio 2018 è stata avviata una campagna di indagini geognostica e idrogeologica finalizzata al progetto di messa in sicurezza della Ferriera di Servola e ad integrare i dati disponibili. Le campagne mensili di monitoraggio della falda, comprendenti sia analisi chimiche che rilievi in continuo di livello piezometrico, temperatura e conducibilità, sono disponibili fino ad aprile 2019.

Si è scelto come periodo di elaborazione dei dati per la definizione dei contaminanti e delle concentrazioni degli stessi dimensionanti il TAF, quello compreso tra maggio 2017 e l'ultima campagna integrativa eseguita (aprile 2019), tale da coprire un arco temporale di analisi di almeno 18 mesi. I piezometri indagati sono 34 (riportati in Figura 9-1) di cui 16 esistenti e attivi e 18 integrativi realizzati tra agosto e settembre 2018.

Tabella 9-1: riepilogo campagne eseguite

Piezometro	Monitoraggi precedenti	Monitoraggio trimestrale Siderurgica Triestina		indagini integrative Invitalia da	n° totale campagne eseguite DA MAGGIO 2017 AD APRILE 2019	
		da	a			
Piezometri esistenti	<b>Pz02</b>	2005-2008-2012	27/11/2014	09/05/2017	-	26
	<b>Pz02bis</b>	-	27/06/2017	in corso	mag-18	
	<b>Pz03</b>	2005-2008-2012	27/11/2014	23/08/2018	-	8
	<b>Pz04</b>	2005-2008-2012	27/11/2014	in corso	mag-18	14
	<b>Pz07</b>	2005-2008-2012	27/11/2014	in corso	mag-18	14
	<b>Pz09</b>	2005-2008-2012	26/11/2014	in corso	mag-18	14
	<b>Pz10</b>	2005-2008-2012	28/11/2014	in corso	mag-18	14
	<b>Pz11</b>	2005-2008-2012	26/11/2014	in corso	mag-18	14
	<b>Pz16</b>	2008-2012	27/11/2014	in corso	mag-18	14

Piezometro	Monitoraggi precedenti	Monitoraggio trimestrale Siderurgica Triestina		indagini integrative Invitalia da	n° totale campagne eseguite DA MAGGIO 2017 AD APRILE 2019
		da	a		
<b>Pz19</b>	2008-2012	27/11/2014	09/05/2017	-	-
<b>Pz22</b>	2008-2012	27/11/2014	in corso	mag-18	13
<b>Pz23</b>	2008-2012	26/11/2014	in corso	mag-18	13
<b>Pz24</b>	2008-2012	26/11/2014	in corso	mag-18	14
<b>Dz2Bis</b>	-	20/05/2015	in corso	mag-18	14
<b>Dz3</b>	-	20/05/2015	23/08/2018	-	6
<b>Dz3bis</b>	-	20/05/2015	27/11/2017	mag-18	11
<b>PZ Y</b>	-	10/05/2017	28/11/2017	-	26
<b>PZ Ybis</b>	-	21/12/2017	in corso	mag-18	
<b>PZ X</b>	-	10/05/2017	28/11/2017	-	25
<b>PZ Xbis</b>	-	21/12/2017	in corso	mag-18	
<b>PZ W</b>	-	10/05/2017	28/11/2017	-	25
<b>PZ Wbis</b>	-	21/12/2017	in corso	mag-18	
Piezometri di nuova realizzazione	<b>Pz1.A1</b>	-	-	set-18	7
	<b>Pz1.A2</b>	-	-	set-18	7
	<b>Pz1.A3</b>	-	-	ott-18	6
	<b>Pz2.A1</b>	-	-	set-18	7
	<b>Pz2.A2</b>	-	-	set-18	7
	<b>Pz2.A3</b>	-	-	ott-18	6
	<b>Pz3.A1</b>	-	-	ott-18	6
	<b>Pz3.A2</b>	-	-	ott-18	6
	<b>Pz3.A3</b>	-	-	ott-18	secco
	<b>Pz4.A1</b>	-	-	set-18	7
	<b>Pz4.A2</b>	-	-	set-18	7
	<b>Pz5.A2</b>	-	-	set-18	7
	<b>Pz6.A2</b>	-	-	set-18	7
	<b>Pz7.A2</b>	-	-	set-18	7
	<b>Pz8.A2</b>	-	-	set-18	7
	<b>Pz9.A2</b>	-	-	ott-18	6
<b>Pz10.A2</b>	-	-	ott-18	6	
<b>Pz11.A2</b>	-	-	ott-18	6	
<b>Totale monitoraggi considerati</b>					<b>377</b>

I risultati delle campagne precedenti sono riassunti nell'elaborato grafico BO-PS 402 per quanto riguarda le caratterizzazioni datate 2005 e 2008, mentre nell'elaborato grafico BO-PS 403 sono riportati i risultati delle campagne eseguite dal 2012 al maggio 2017.

Dal maggio 2017 ad oggi sono state eseguiti in totale, in tutti i piezometri di Figura 9-1, 377 campionamenti. Per i piezometri di nuova installazione sono state eseguite 6/7 campagne.

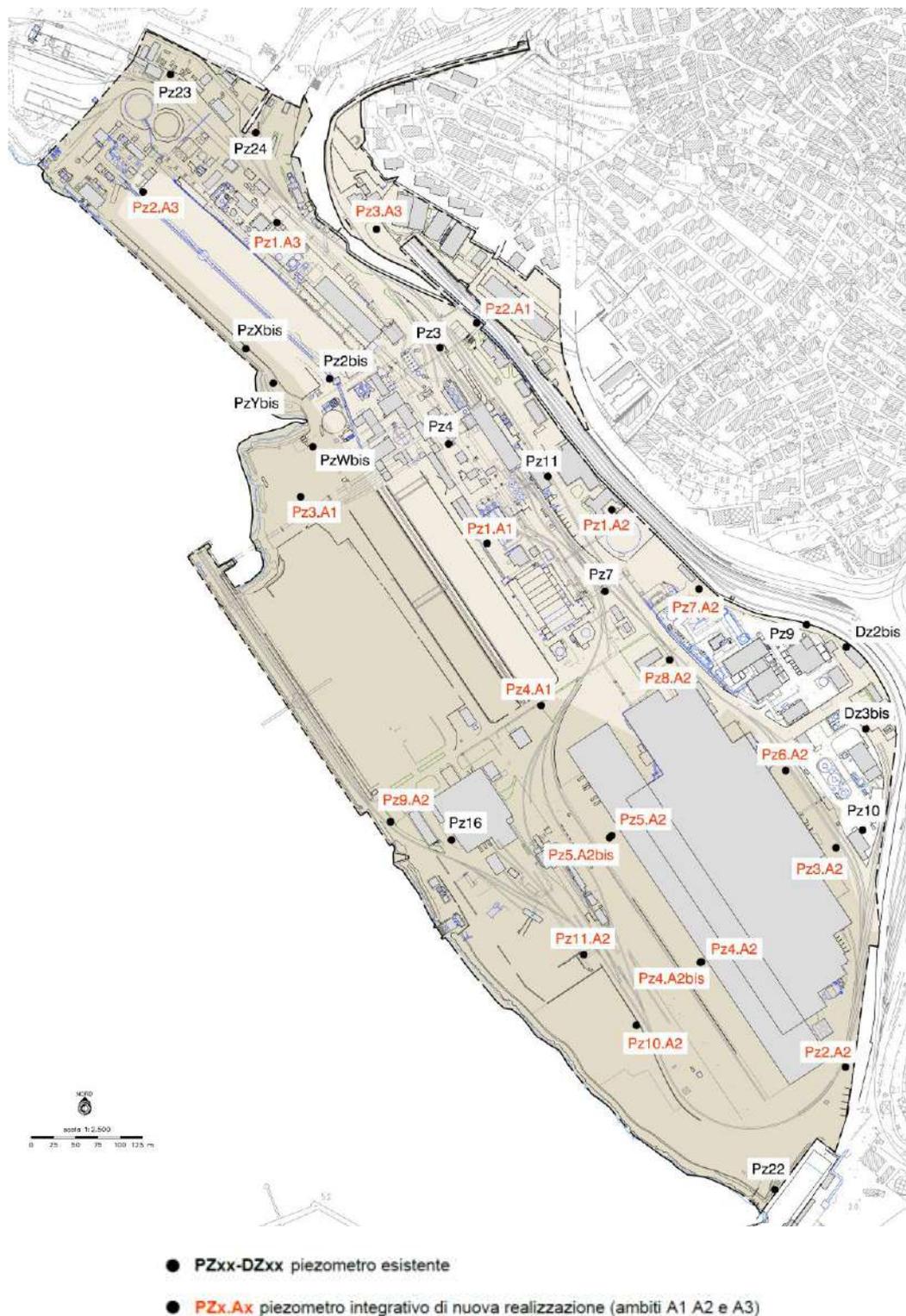


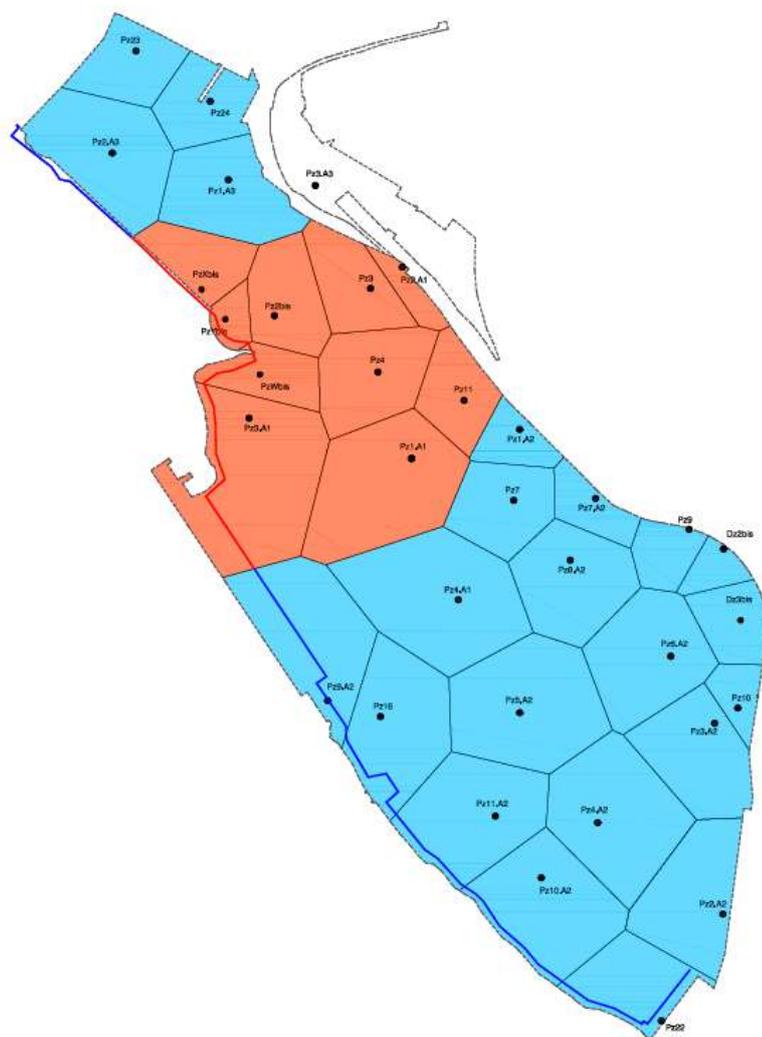
Figura 9-1: planimetria piezometri monitorati (in arancio i piezometri integrativi installati tra agosto e settembre 2018)

Le analisi sono state confrontate con i valori limiti normativi per le acque sotterranee (Tab. 2 All.5, Titolo V, Parte 4° D.lgs. 152/06). Sono stati registrati superamenti delle Concentrazioni Limite Accettabili in tutta l'area, con concentrazioni elevate nella zona di Pz2, per le principali famiglie di inquinanti:

- Anioni (nitriti e cianuri);
- Composti aromatici volatili (in maggior parte Benzene);
- IPA;
- Idrocarburi totali.

In allegato alla *Relazione di MISO della falda* (RPB\_PS 0040) a cui si rimanda e in tavola BO-PS 404 sono riportati tabelle e grafici dei risultati delle analisi chimiche considerate.

### 9.1.2 Divisione in zone a diversa contaminazione

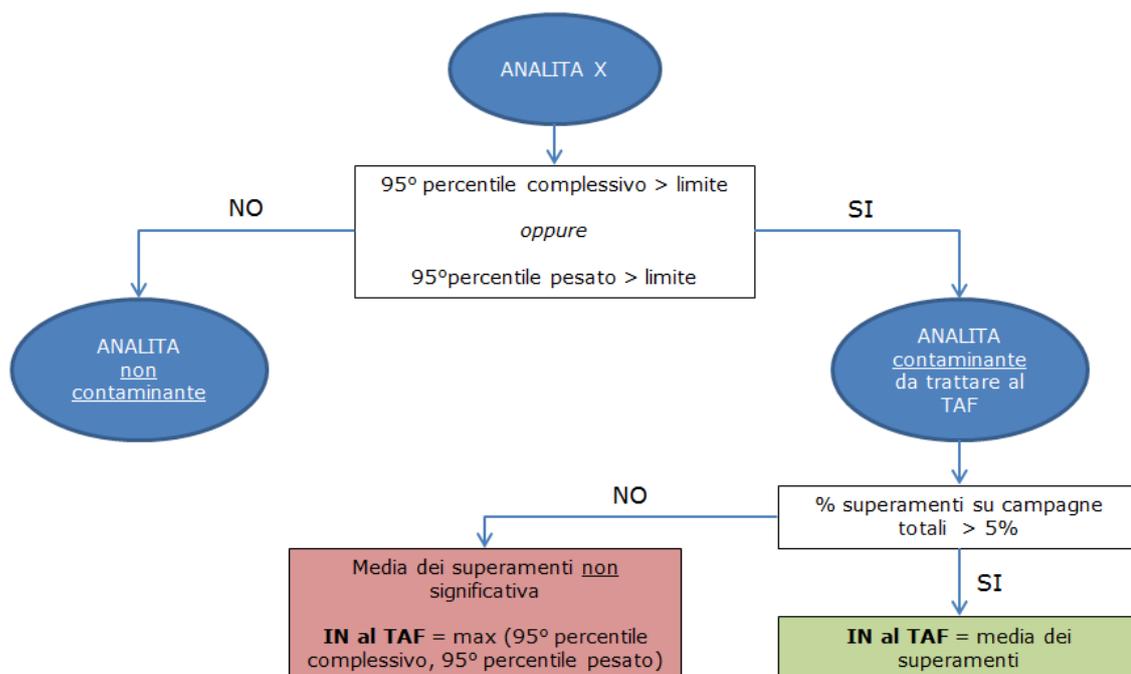


Vista l'evidente concentrazione della contaminazione nei pressi della zona del piezometro Pz2, da sempre dimostratosi critico, si è deciso di dividere l'area di progetto della Ferriera di Servola in due sottozone; queste sono state definite non solo sulla base dei poligoni di Thiessen e sulla relativa contaminazione, ma anche in considerazione della diversa distribuzione delle linee di flusso dedotte dal modello idrogeologico. Per ogni tratto e quindi ogni sotto zona sono state definite le concentrazioni di progetto in ingresso al TAF in modo da dimensionare l'impianto di trattamento delle acque di falda; l'impianto quindi è sviluppato su due linee di trattamento, una per ciascuna delle due zone.

*Figura 9-2: divisione dell'area di progetto e della trincea drenante in due tratti a diversa contaminazione*

Per il calcolo dei contaminanti da rimuovere da considerare come IN al TAF è stata eseguita la procedura seguente:

1. Assegnazione dei poligoni alle due sottozone;
2. Per ogni sottozona e per ogni analita, calcolo di:
  - a. Massima concentrazione riscontrata;
  - b. 95° percentile complessivo;
  - c. 95° percentile pesato sulle aree dei poligoni;
  - d. Media dei superamenti (limiti di tab.2, all.5 alla parte 4° del D.lgs.152/06 e ss.mm.ii.);
  - e. % dei superamenti sulle campagne totali.
3. Calcolo In al TAF:



Gli inquinanti da rimuovere, sono riportati nelle tabelle al successivo §9.6.

## 9.2 Marginamento

Il marginamento si sviluppa lungo l'intera linea di costa dell'area demaniale per complessivi 1.745m ed è realizzato, a nord, in continuità con l'intervento in fase di esecuzione nell'ambito del I° Stralcio della Piattaforma Logistica. In funzione delle caratteristiche dei terreni e dell'accessibilità alle aree di intervento sono state individuate tre distinte aree (Banchina Parco Fossile, Banchina Parco Minerali, Ex Parco Ghisa indicate in Figura 9-3) a ciascuna delle quali è stata associata una specifica tecnologia di esecuzione del diaframma; l'ammorsamento al piede del diaframma sarà eseguito per almeno 1,0 m nel Flysch (crostello o integro) o, dove presenti, nei livelli coesivi naturali continui a ridotta permeabilità sottostanti il riporto (argille, argille limose, limi argillosi).



Figura 9-3: marginamento di progetto, ubicazione diverse tecnologie

Per quanto riguarda la permeabilità della barriera di progetto, le caratteristiche del sistema sono desunte dalle prescrizioni normative in merito alle discariche per rifiuti non pericolosi indicate al D.Lgs. 13 gennaio 2003, n°36.

L'equivalenza della barriera alle prescrizioni normative è stata determinata verificando che il tempo di attraversamento della barriera di progetto sia pari o superiore al tempo di attraversamento di una barriera con le caratteristiche previste da normativa ( $k \leq 1 \cdot 10^{-9}$  m/s e spessore  $\geq 1$  m).

Per i pali secanti Ø880 il valore di permeabilità da garantire è:  $6,00 \times 10^{-10}$  m/s; mentre per il tratto in pali secanti tipo CFA Ø800 il valore di permeabilità da garantire è  $5,14 \times 10^{-10}$  m/s.

I valori di permeabilità indicati saranno verificati attraverso campi prova dedicati, descritti in dettaglio nel Disciplinare descrittivo e prestazionale (cfr. Ddp 0060), da eseguirsi prima dell'esecuzione dei pali secanti. L'integrità dei pali e la continuità dei giunti è verificata da prove soniche cross hole eseguite sui pali realizzati.

### 9.2.1 Zona 1: Banchina Parco Fossile

L'intervento si estende per 456m a circa 4 m al largo della banchina esistente. La soluzione minimizza gli impatti sulla banchina in pietra esistente e semplifica la gestione delle interferenze con i manufatti di scarico presenti.

Per assicurare l'eseguibilità del diaframma in corrispondenza dell'imbasamento della banchina, con presenza di pietrame e blocchi di pezzatura variabile, si prevede la realizzazione di una barriera metallica a tenuta idraulica "Pipe wall" tipo O-Pile, o similare, ingargamati maschio e femmina intasati di calcestruzzo, Ø406mm, eseguita secondo lo schema sotto riportato.



Figura 9-4 Schema di barriera "Pipe wall" tipo O-Pile, o similare

L'efficacia della soluzione proposta, in presenza di scogliere e trovanti, risulta riscontrata dall'applicazione in diversi cantieri realizzati per interventi marittimi su scogliera. La testa battente tipo DTH, consente la fresatura e l'attraversamento di materiali disomogenei e sconnessi.



Figura 9-5: intervento su scogliera (sx); testa battente tipo DTH o similare per posa "Pipe wall" tipo O-Pile, o similare, Ø406mm (dx)

La barriera di confinamento di progetto è realizzata da quota 1,6 m s.m.m. ed infissa per almeno 1,0m nel flysch inalterato e comunque secondo le esigenze strutturali, raggiungendo una profondità lungo il tratto da 10 a 20 m da testa diaframma (cfr. tav. BO-PS 408 per il profilo completo del diaframma di progetto). Per accosti con fondale superiori ai 4,0÷5,0 m, la sezione del marginamento sarà completata con un sistema di tiranti.

SEZIONE TIPO 1

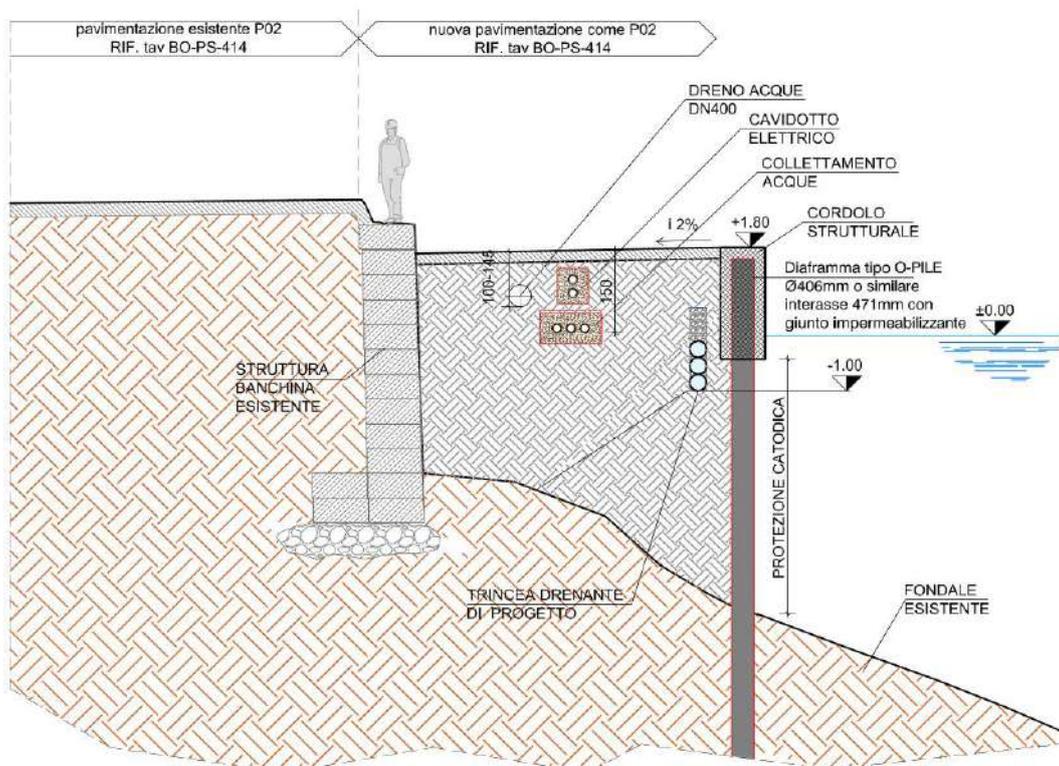


Figura 9-6: banchina Parco Fossili - sezione marginamento

La realizzazione della barriera è eseguita con sistema di avanzamento tipo "Spiral Flush", o similare, a controllo d'aria e martello battente tipo DTH, o similare,; tale sistema di perforazione consente di minimizzare l'azione di risospensione dei sedimenti, contenendo anche le vibrazioni trasferite alle strutture esistenti.



Figura 9-7: confronto schema di funzionamento sistema Spiral Flush (sx) sistemi tradizionali (dx)

L'impermeabilizzazione in corrispondenza dei gargami è assicurata con l'intasamento, prima della posa in opera, con resine poliuretaniche o equivalenti iniettate per l'intera lunghezza del gargame.

La struttura metallica da realizzarsi, presenta una superficie complessiva di circa 6.400 m<sup>2</sup>, di cui 4.250 m<sup>2</sup> infissa nei sedimenti marini, 1.500 m<sup>2</sup> esposta all'acqua di mare e circa 650 m<sup>2</sup> protetto da cordolo in c.a..

Alla porzione di 1.500 m<sup>2</sup> a diretto contatto con l'acqua è applicata una protezione catodica passiva. La protezione da corrosioni elettrolitiche per una durata di 20 anni risulta garantita dall'installazione di 100 anodi in alluminio da 96 kg ciascuno del tipo long flush mounted.

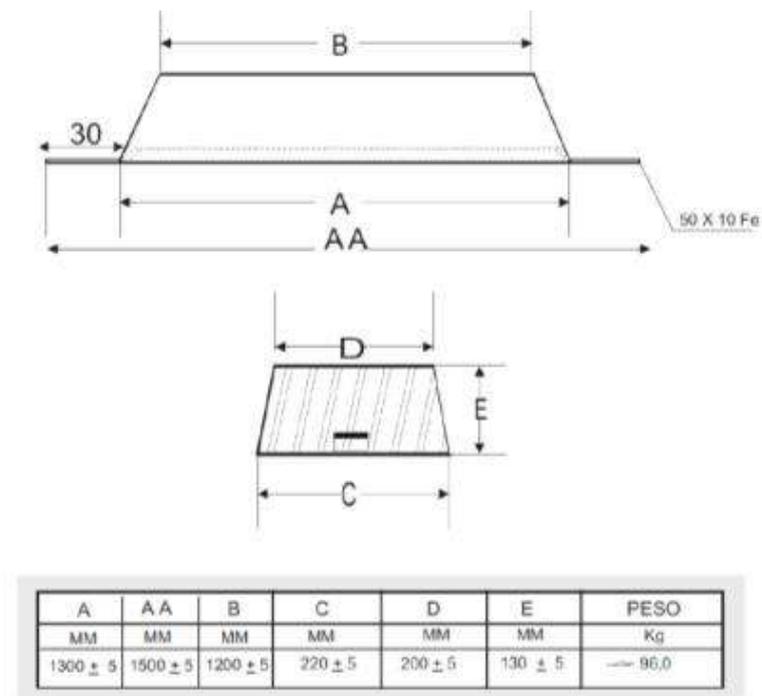


Figura 9-8 Anodo sacrificale in Alluminio

Si rimanda alla *Relazione di MISO della falda* (RPB\_PS 0040) per il dimensionamento ed i dettagli del sistema di protezione previsto.

### 9.2.2 Zona 2: Banchina Parco Minerali

Il tratto di marginamento della banchina parco minerali ha uno sviluppo di circa 670 m ed include anche dei tratti a sud e a nord della zona del pontile.

Il marginamento avrà sola funzione di tenuta idraulica e verrà realizzato con pali CFA (Continuous Flyght Auger) secanti in cls Ø800 mm, sovrapposti per 20cm ed intestati nel Flysch o nei livelli coesivi per almeno 1.0m. Le profondità raggiunte lungo il tratto vanno da 18 a 32 m dal piano campagna (cfr. tav. BO-PS 408 per il profilo completo del diaframma di progetto).

Vista la vicinanza alle strutture di banchina esistenti, l'esecuzione dei pali CFA garantisce assenza di vibrazioni e quindi riduce al minimo la possibilità di danneggiamento della stessa, inoltre la presenza dell'elica durante tutte le fasi esecutive evita il franamento delle pareti di scavo senza ricorrere all'uso di fluidi di sostegno (bentonite). L'ipotesi di utilizzo di palancole

metalliche è stata scartata per evitare le vibrazioni causate dall'infissione, seppur intervento più rapido.

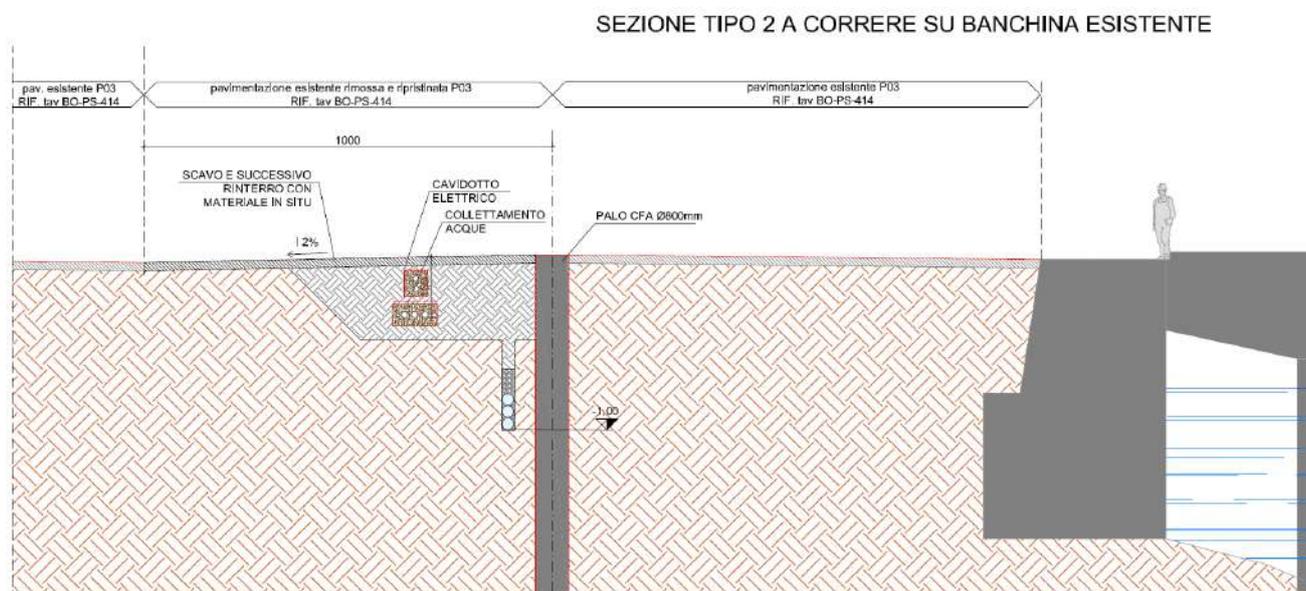


Figura 9-9: banchina Parco Minerali - sezione marginamento

### 9.2.3 Zona 3: Area ex- Parco Ghisa

Il tratto di marginamento nell'area dell'ex Parco Ghisa è realizzato in prossimità della sponda, all'interno del limite del PRP e si estende per circa 590 m. Data la natura dei terreni e l'elevata probabilità di trovare masse metalliche sepolte, eventualità riscontrata già nel corso delle verifiche per la bonifica ordigni bellici delle indagini geognostiche integrative, si è scelto di realizzare il diaframma di marginamento in pali secanti, tecnologia positivamente adottata e verificata nell'intervento in atto del I Stralcio della Piattaforma Logistica di Trieste, immediatamente a nord della Ferriera.

Il diaframma avrà sola funzione di tenuta idraulica e verrà realizzato con pali in cls Ø880 mm armati (solo pali secondari), sovrapposti per 18cm ed intestati nel Flysch o nei livelli coesivi per almeno 1.0m. Le profondità raggiunte lungo il tratto vanno da 14 a 33 m dal piano campagna (cfr. tav. BO-PS 408 per il profilo completo del diaframma di progetto).

Su quasi tutto il tracciato la posizione della barriera ricade sul sedime di un argine realizzato al limite delle aree operative della Ferriera nella porzione antistante il nuovo laminatoio. Prima della realizzazione del diaframma si dovrà, dunque, procedere alla rimozione dell'argine.

SEZIONE TIPO 3 A CORRERE

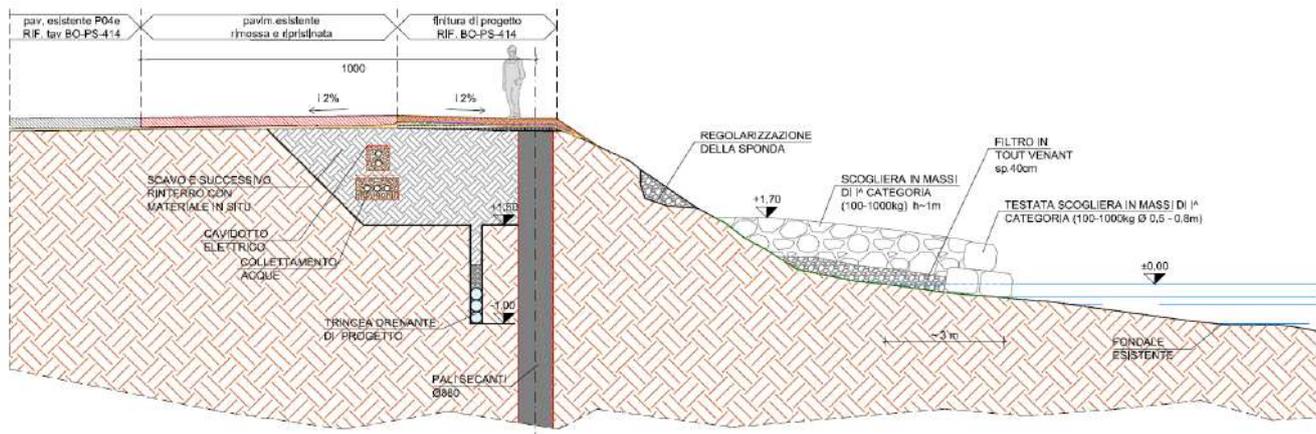


Figura 9-10: area Ex Parco Ghisa - sezione marginamento

### 9.3 Trincea drenante e sollevamenti

La trincea drenante è realizzata immediatamente a monte del marginamento per una lunghezza di 1645m (cfr. tav. BO-PS 0410); per accelerarne la posa, il dreno è costituito da un elemento prefabbricato compreso tra le quote di -1,00 m s.m.m. e -0,00 m s.m.m..

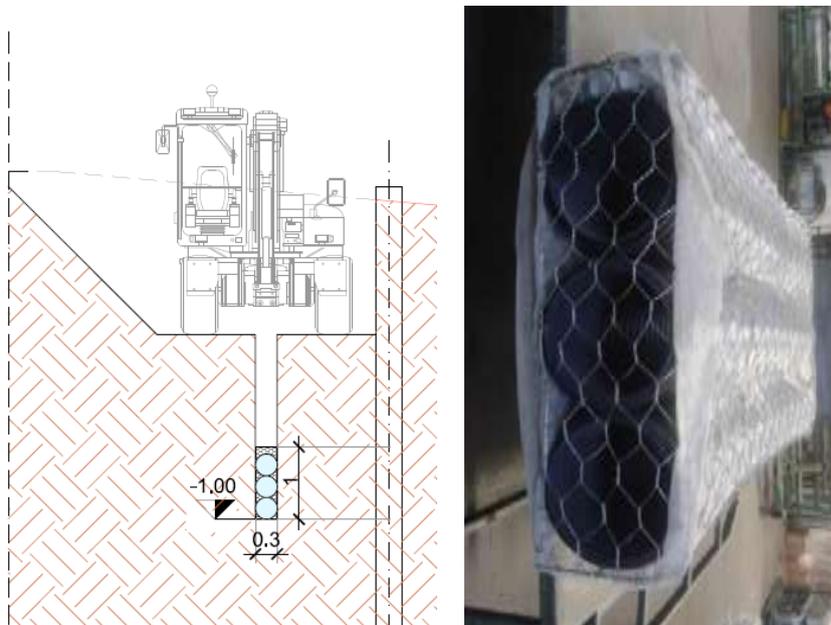


Figura 9-11: prescavo a sezione aperta e scavo in sezione ristretta della trincea a tergo del diaframma, posa del pannello prefabbricato con tubi micro fessurati

Nella zona della banchina parco fossile, il dreno viene inserito all'interno del riempimento da realizzare tra marginamento e banchina esistente; nelle zone Banchina Parco Minerali e Area ex Parco Ghisa, raggiunta la quota di scavo di progetto, si procederà con la realizzazione della trincea drenante.

Su tutta la lunghezza della trincea sarà realizzato il sistema di sollevamento e collettamento delle acque di falda. L'acqua di falda così drenata dalla trincea sarà sollevata e canalizzata all'impianto di trattamento dedicato e, successivamente, scaricata a mare.

La portata si può considerare linearmente distribuita lungo tutto il fronte della trincea tranne nella zona centrale del sito dove si hanno valori di conducibilità idraulica più elevati e si risente maggiormente del carico idraulico. Sulla base di tali considerazioni sono state previste 10 stazioni di sollevamento (S1÷S10) ciascuna dotata di elettropompa sommergibile. Il posizionamento delle vasche di sollevamento lungo la trincea è raffigurato nella BO-PS 0410.

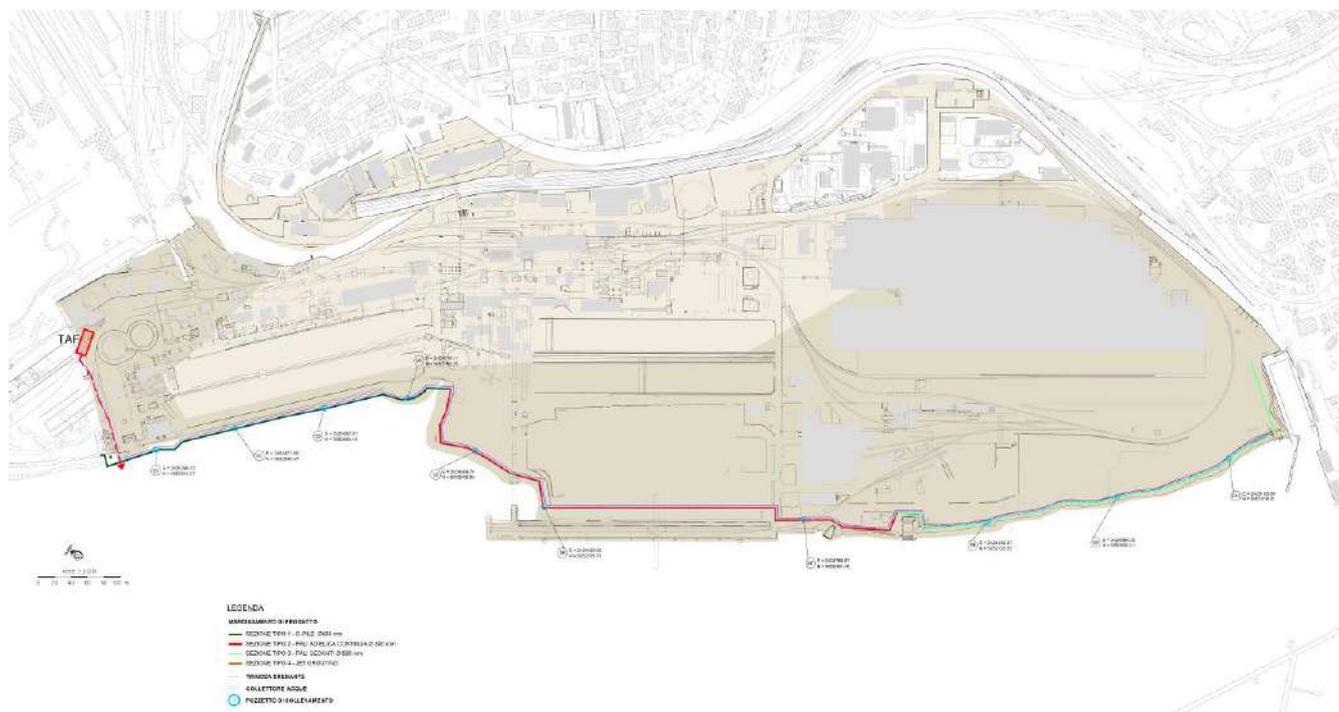


Figura 9-12 dettaglio della tavola BO-PS0410 – trincea drenante di progetto

L'impianto di trattamento acque di falda (TAF) sarà alimentato con l'acqua emunta dalle vasche di sollevamento tramite tre tubazioni di mandata in HDPE, DN160, PN10. Le condotte trasporteranno al TAF le acque di falda riconducibili a differenti settori dell'area della Ferriera, caratterizzate da differenti livelli di contaminazione. In base alla caratteristiche di contaminazione saranno inviate a differenti sezioni dell'impianto di trattamento.

In particolare:

- le acque dei poligoni provenienti dall'area del Parco Fossili (zona poligono Pz2.A3), saranno collettate in una delle 3 tubazione, denominata "Linea 1";

- le acque relative all'intorno di Pz2, saranno collettate in una tubazione denominata "Linea 2",
- infine le acque relative all'area dell'ex Parco ghisa (derivanti dalla trincea drenante e dalla barriera idraulica attiva dei pozzi) saranno collettate alla terza condotta denominata "Linea 3".

Il modello idrogeologico (RGidr0022 Relazione Idrogeologica) stima che cautelativamente debba essere applicato un fattore 2 alle portate raccolte dalla "Linea 2", tra le sezioni 19÷24 (ossia quelle nell'intorno di Pz2bis).

Complessivamente sono calcolati in arrivo alla trincea drenante e raccolti dalla barriera dei pozzi, circa **677 m<sup>3</sup>/g**, da inviare al TAF per il successivo trattamento.

	Q in arrivo alla trincea/barriera pozzi		Linea di trattamento TAF
	l/s	m <sup>3</sup> /g	
"Linea 3" - ex Parco ghisa e barriera idraulica	5,92	512	da 30 m <sup>3</sup> /h
"Linea 2" - sezioni 19÷24 con fattore 2	1,80	156	da 15 m <sup>3</sup> /h
"Linea 1" -Parco Fossili poligono Pz2.A3	0,12	10	da 30 m <sup>3</sup> /h
	<b>7,84</b>	<b>677</b>	

Tabella 9-2 Portate in arrivo al TAF dalle diverse zone della trincea drenante e dai pozzi di emungimento

Le acque della "Linea 1" e della "Linea 3", saranno trattate nella linea del TAF a 30m<sup>3</sup>/h, mentre quelle più contaminate dell'intorno di Pz2, afferenti alla "Linea 2", saranno trattate nella linea a capacità di 15 m<sup>3</sup>/h.

Le diverse linee di mandata recapiteranno le acque al TAF in vasche di accumulo adibite per ciascuna linea. In particolare sono previste due vasche di accumulo: una della capacità di circa 15 m<sup>3</sup> che alimenta la linea del TAF di 14÷15 m<sup>3</sup>/h e in cui recapiteranno le acque della "Linea 2", e un'altra della capacità di 44÷45 m<sup>3</sup>, divisa internamente da un setto, che riceverà le acque della "Linea 1" e della "Linea 3". Il setto distingue le due porzioni della vasca.

Dati i controlli periodici previsti per la verifica del mantenimento dell'efficienza delle prestazioni delle opere di MISO (cfr. elaborato PMiso 0094), sarà possibile verificare se esistano delle zone della trincea drenante che possono essere parzializzate e inviate direttamente allo scarico, qualora di caratteristiche analitiche idonee, bypassando l'impianto TAF.

Tutte le stazioni di sollevamento della trincea drenante sono collegate con idonea componentistica a ciascuna delle 3 tubazioni: il sistema in questo modo è estremamente flessibile e permette di inviare le acque della specifica sezione al trattamento (scegliendo tra ciascuna delle due linee del TAF) o al bypass. Tale sistema permette di ovviare a quanto

richiesto dalla Regione FVG nella delibera di approvazione ed esclusione dalla procedura VIA al punto 2 "Va prevista la parzializzazione della rete di adduzione delle acque al TAF che consenta di escludere dal trattamento le acque che non risultino più contaminate a giudizio degli Enti preposti al controllo, al fine di evitare costi non dovuti e spreco delle risorse energetiche".

Si rimanda all'elaborato "RPB\_PS 0040 Relazione messa in sicurezza operativa delle acque di falda" per maggiori dettagli.

## 9.4 Sollevamento e traferimento delle acque di falda

Il sistema di sollevamento e trasferimento delle acque di falda verso l'impianto di trattamento (TAF), è costituito da dieci impianti di sollevamento e tre condotte in pressione (PEAD PN10 DN 160 mm).

Ciascun sollevamento è composto da un manufatto in calcestruzzo (prefabbricato o gettato in opera) di dimensioni in pianta 2,0x2,0 m suddiviso in due parti da un setto centrale: la prima porzione della vasca è direttamente collegata con la trincea drenante mentre la seconda idraulicamente disconnessa dalla falda ospita la pompa di rilancio. In corrispondenza del setto centrale è installata una paratoia sfiorante attraverso la quale è possibile variare la quota della falda e regolare la portata da emungere (range portata 0÷5 l/s).

Il livello in vasca sarà rilevato attraverso un misuratore ad ultrasuoni che consentirà quindi di conoscere la quota della falda e stimare la portata sfiorata verso in comparto della pompa.

Ogni impianto è inoltre dotato di un pozzetto in calcestruzzo (80x80x150 cm) dove la mandata (acciaio inox AISI 304L DN 50 mm) della pompa si connette alle condotte in pressione mediante tre stacchi presidiati da valvole a sfera. Le valvole permetteranno di scegliere a quale sezione di trattamento inviare l'acqua drenata da ciascun sollevamento.

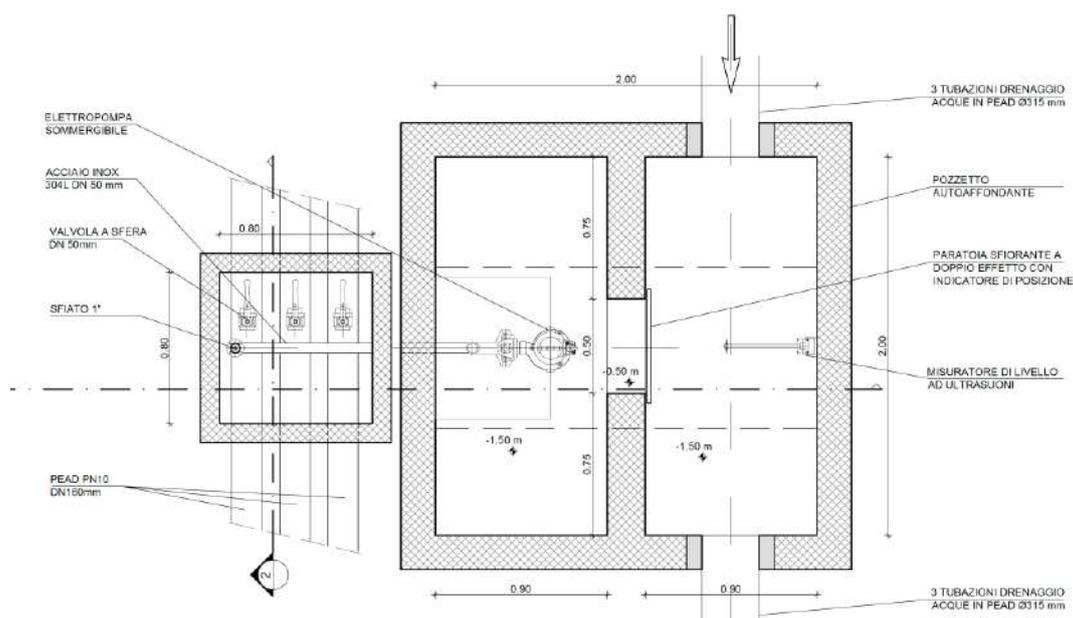


Figura 13: impianto di sollevamento acque di falda – pianta

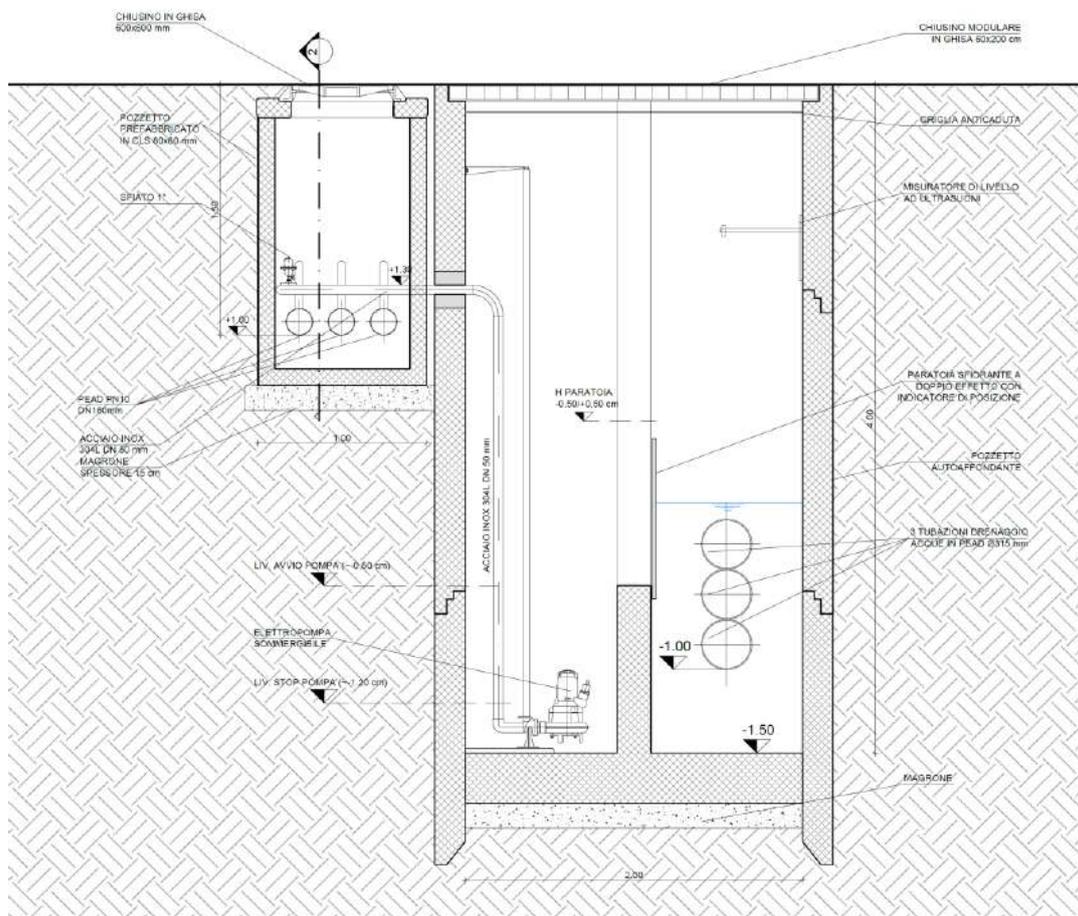


Figura 14: impianto di sollevamento acque di falda - sezione

Per la realizzazione delle condotte di trasferimento, vista la modalità di funzionamento in pressione, la natura del liquido trasportato e il tipo di terreni attraversati si sono scelte tubazioni in PEAD PE100 PN10 DN 160 mm conformi alla norma UNI 12201, fornite in barre da 6 e 12 m rese tra loro solidali mediante elettrosaldatura testa-testa o con manicotti elettrosaldabili.

#### 9.4.1 Modellazione del sistema di trasferimento

Il calcolo di verifica della rete di trasferimento in pressione delle acque di falda è stato eseguito con il software E.P.A. NET ver.2. Tale programma consente di modellare reti con flusso in pressione in funzione della geometria, delle caratteristiche dei materiali utilizzati e delle dotazioni idriche.

Una volta ricostruita la geometria della rete, si è assegnato, in ogni nodo della rete, la quota assoluta del fondo tubazione, il diametro ed il materiale. Gli impianti di sollevamento sono stati schematizzati come un serbatoio a livello variabile "tank", caratterizzati dalla quota di fondo e dalla dimensione in pianta (espressa con diametro equivalente). I serbatoi sono poi collegati alla

rete di trasferimento mediante un elemento "pump" al qual viene assegnata una curva caratteristica.

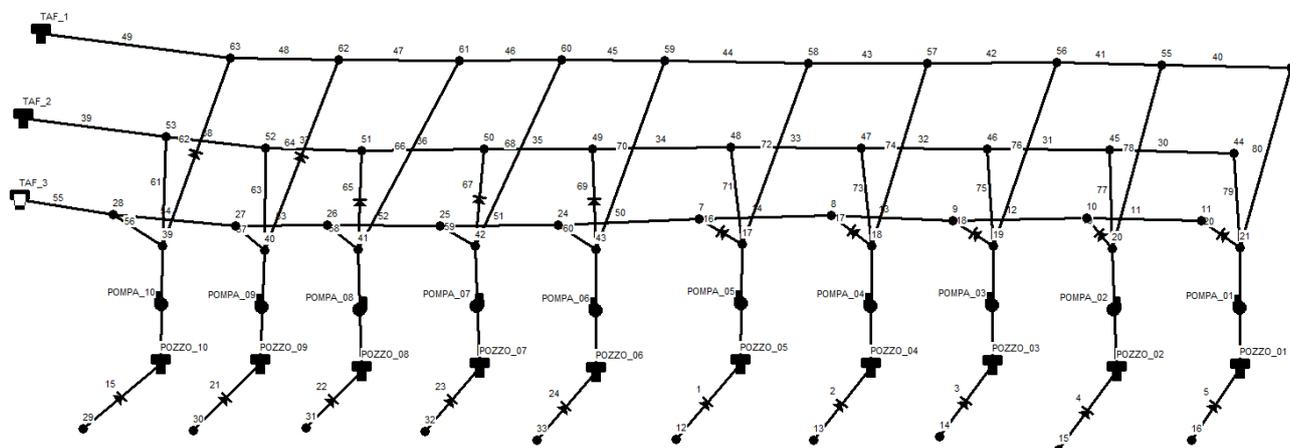


Figura 15: geometria rete di calcolo EPANET

L'avvio delle pompe è stato impostato mediante una logica comune: avvio al livello di +1.5 m in vasca ed arresto a +0.5 m dal fondo del sollevamento.

Infine, per rappresentare la trincea drenante è il relativo contributo di portata, ad ogni impianto di sollevamento è stata collegata una tubazione con un nodo terminale nel quale introdurre le portate del modello idrogeologico. La portata emunta dalla barriera idraulica (n°10 pozzi di emungimento) prevista sul lungo la sponda destra del Rio Primario è stata inserita in corrispondenza della sezione iniziale della tubazione della tubazione di trasferimento relativa alla linea 3- ex Parco ghisa.

Il programma, acquisiti i parametri di input appena descritti, permette di calcolare le portate di circolazione e le quote piezometriche in tutti i nodi.

La rete è stata quindi verificata con un tempo di simulazione pari a 24 ore nella condizione più gravosa determinata dal massimo emungimento di acqua definito dal modello idrogeologico. Gli Il corretto funzionamento del sistema di trasferimento per tutto l'intervallo di simulazione ha permesso di confermare il dimensionamento delle opere: diametro e materiale delle condotte, dimensione delle vasche di accumulo per il sollevamento e curve caratteristiche delle pompe.

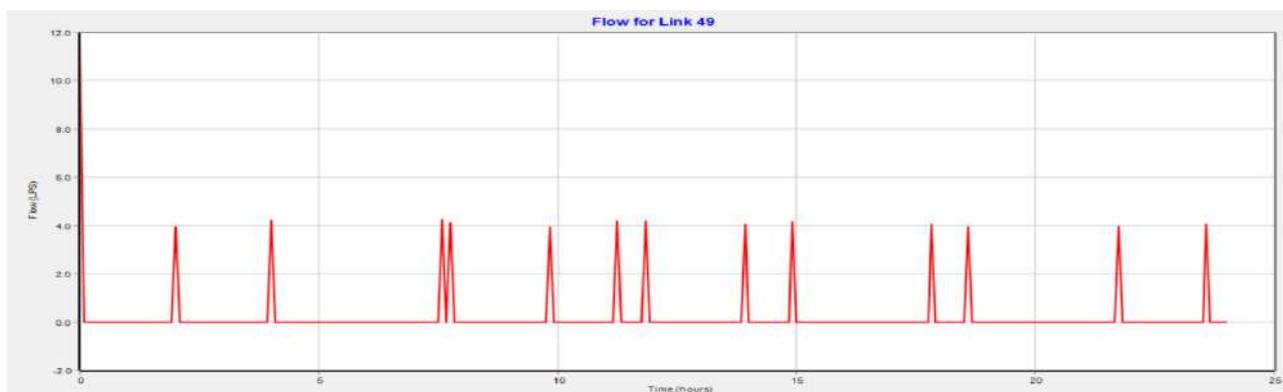


Figura 16: andamento nel tempo della portata trasferita alla linea 1 - Parco Fossili

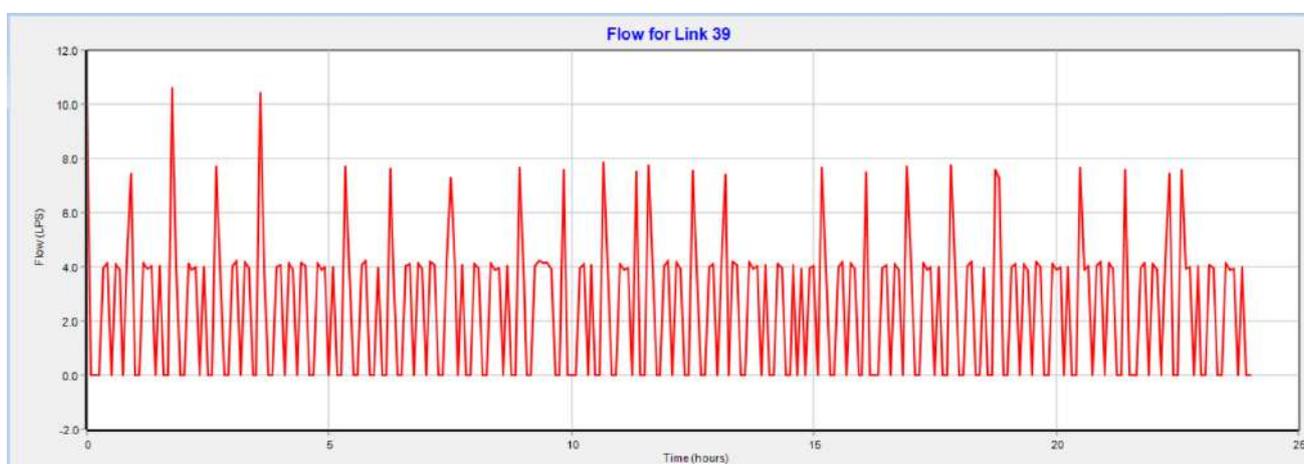


Figura 17: andamento nel tempo della portata trasferita alla linea 2 del TAF

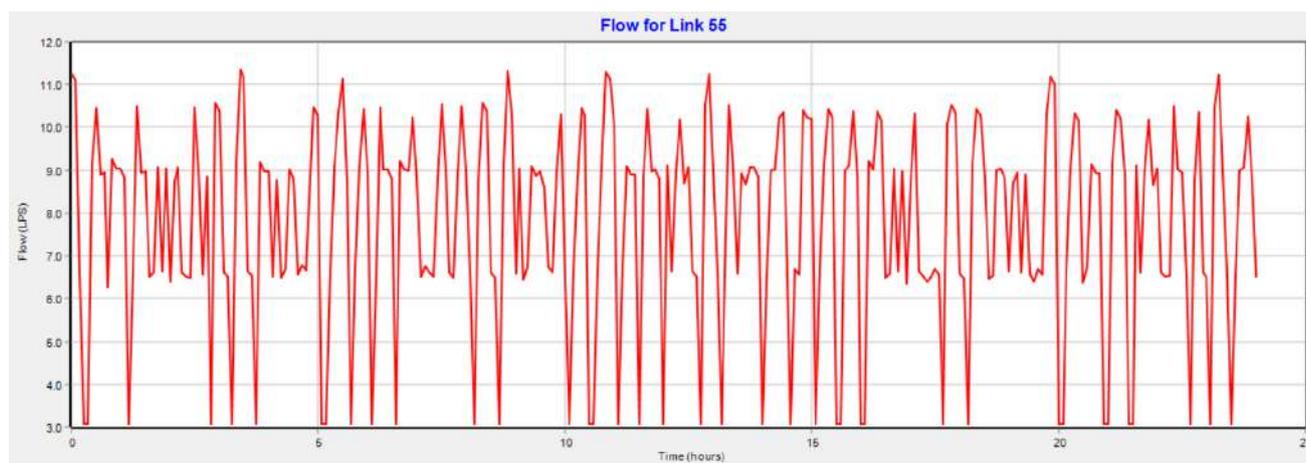


Figura 18: andamento nel tempo della portata trasferita alla linea 3 - ex Parco Ghisa

## 9.5 Barriera idraulica lungo Rio Primario

L'analisi idrogeologica (cfr. RGI<sub>dr</sub> 0022 a cui si rimanda per i dettagli) ha evidenziato la possibilità che il nuovo Rio Primario deviato costituisca un drenaggio superficiale verso mare. Lungo l'asta della deviazione del Rio Primario, in area della Ferriera, il progetto prevede quindi la realizzazione di una barriera idraulica ad intercettare le acque di falda potenzialmente drenanti dall'area della Ferriera verso il Rio Primario.

L'intervento consiste nella realizzazione di una barriera attiva in destra orografica del nuovo Rio Primario tramite la costruzione di:

- 10 pozzi per l'emungimento delle acque;
- una rete di raccolta delle acque emunte;
- il collegamento della rete di raccolta delle acque emunte al sistema di collettamento acque al TAF (3 tubazioni DN160)

ponendosi come obiettivo la garanzia di intercettazione del flusso delle acque di falda, potenzialmente contaminate, drenanti dall'area della Ferriera verso il Rio Primario e il loro collettamento all'impianto di trattamento TAF in modo da evitare rischi di migrazione della contaminazione verso mare.

La modellazione idrogeologica condotta ha permesso di determinare le portate transitanti nell'area nello stato di fatto, quindi il numero di pozzi da installare e le portate di emungimento necessarie ad assicurare il controllo di tutte le acque drenanti verso il Rio Primario.

In totale la portata estratta giornalmente sarà pari a 196 m<sup>3</sup>/d (con una portata media di circa 19 m<sup>3</sup>/d×10 pozzi).

Ogni pozzo sarà dotato di una sua propria pompa; saranno utilizzate pompe peristaltiche con un range operativo variabile: la regolazione è possibile grazie ad inverter che fissano il numero di giri/minuto e grazie alla scelta del diametro dei tubi. La fase iniziale di taratura consentirà di verificare la migliore portata nel singolo pozzo onde ottimizzare la prestazione della barriera.

A valle di ogni pozzo verrà installata una tubazione in PEAD che convoglierà le acque emunte in un unico ramo principale (condotta in PEAD DN75) che arriva al pozzetto di collegamento con il sistema di collettamento delle acque al TAF (cfr. tav. BO\_PS 0418).

Si rimanda alla relazione RPB\_PS 0040 Relazione messa in sicurezza operativa delle acque di falda per i dettagli.

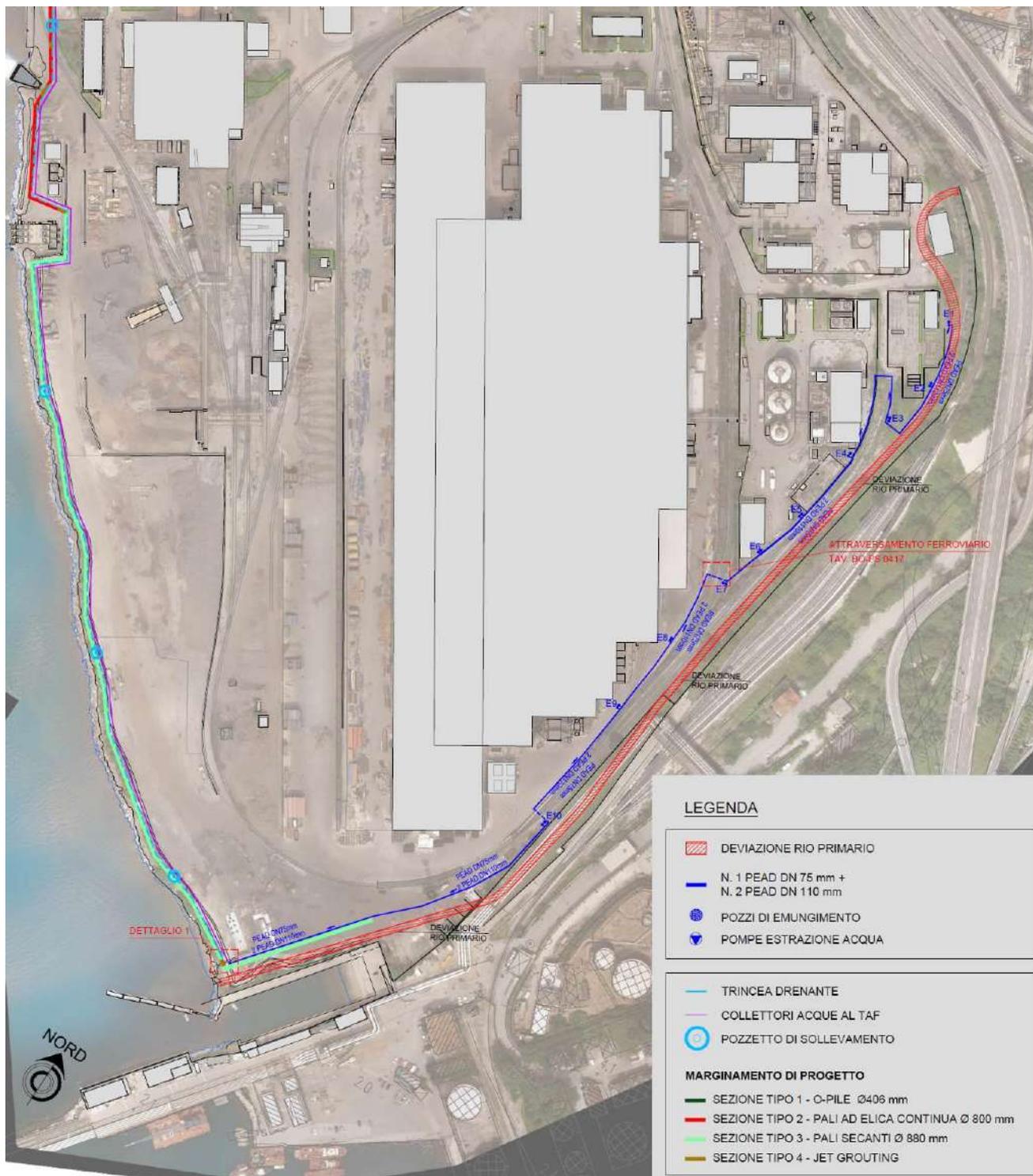


Figura 9-19: planimetria rete pozzi di emungimento in destra orografica del nuovo Rio Primario

## 9.6 Impianto di trattamento acque di falda - TAF

### 9.6.1 Caratteristiche funzionali e tipologia di trattamento

Le acque di falda intercettate dalla trincea drenante e dalla barriera di pozzi sul Rio Primario saranno convogliate tramite un sistema stabile di collettamento ed inviate a trattamento da effettuare mediante impianto apposito (TAF).

Le acque di falda così gestite potranno quindi essere assimilate alle acque reflue industriali, coerentemente a quanto disposto dall'art. 243 del D.lgs. 152/06 in materia di gestione delle acque di falda derivanti da interventi di bonifica.

Le acque intercettate dal sistema di captazione, costituito dalla trincea drenante opportunamente dimensionata, saranno rilanciate tramite elettropompe all'impianto TAF, secondo le modalità già indicate al § 9.3 Trincea drenante e sollevamenti .

L'impianto TAF è collocato nell'area a nord entro i confini dello stabilimento siderurgico, ma in annessione all'impianto di trattamento acque di falda, già in funzione nell'ambito della Nuova Piattaforma Logistica di Trieste. Tale ubicazione rende di fatto più facilmente accessibili gli allacci per la fornitura di energia elettrica e acqua per il funzionamento dell'impianto. Inoltre i flussi da e per il nuovo impianto TAF (per i controlli, le forniture e per gli smaltimenti) sono dedicati e non interferiscono con le attività di Ferriera.

L'impianto è dimensionato per garantire il rispetto dei limiti di legge previsti per lo scarico di acque reflue industriali in corpi idrici superficiali di cui alla Tabella 3, Allegato 5, Parte Seconda del D.lgs. 152/2006 e s.m.i..

Il progetto identifica inoltre, una possibile area di espansione del TAF, da utilizzare qualora si riscontrasse la necessità dell'inserimento di moduli ulteriori per l'affinamento del trattamento e quindi un ampliamento dell'impianto.

In particolare, l'impianto TAF è modulare e sviluppato su due linee parallele, una con una potenzialità di 30 m<sup>3</sup>/h e una con potenzialità di 15 m<sup>3</sup>/h. La prima linea a 30 m<sup>3</sup>/h, tratta le acque derivanti dalle aree meno contaminate, mentre la linea a potenzialità inferiore tratta le acque afferenti dall'intorno di Pz2bis, quindi le più contaminate.

Anche se il modello calcola una portata media giornaliera pari a 677 m<sup>3</sup>/d (cfr. Tabella 9-2 ), che ben può rappresentare le medie annuali, l'impianto TAF è dimensionato per una portata massima, pari a 1080 m<sup>3</sup>/d (ossia 45 m<sup>3</sup>/h, in due linee distinte 30+15 m<sup>3</sup>/h). Ciò permette di ovviare a condizioni più gravose, ad esempio in periodi di pioggia più consistenti.

Le due linee possono essere by-passate e/o collegate per far fronte a: interventi di manutenzione, necessità di affinamento dei reflui, semplificazione dei trattamenti con minori concentrazioni in ingresso.

L'impianto è dotato di un sistema di controllo in linea che permette la gestione ottimale del refluo (dosaggio reagenti, efficacia depurativa).

Entrambe le linee saranno provviste di n°02 vasche di precontatto che avranno le seguenti funzioni:

- a) Nella prima vasca verrà operata:
  - a. una correzione di pH per poter lavorare in ambiente alcalino tramite dosaggio di Idrossido di sodio;
  - b. Dosaggio di Ipoclorito di Sodio per effettuare una ossidazione chimica necessaria alla rimozione dei cianuri e per consentire la trasformazione dei Nitriti in Nitrati.

Le vasche in questione saranno provviste di dispositivo per il mantenimento in continua agitazione del refluo in pretrattamento ed avranno un volume utile per consentire la permanenza in vasca del refluo per circa un'ora (quindi avrà una capienza di 15 m<sup>3</sup> per la prima linea e di 30 m<sup>3</sup> per la seconda linea)

- b) Nella seconda vasca verrà operata:
  - a. Correzione di pH fino a valori neutri tramite dosaggio di acido Solforico;
  - b. Dosaggio di sospensione di Carbone attivo per la primaria rimozione dei composti organici presenti.

Il processo depurativo (messo a punto su analoghe applicazioni industriali) prevede un trattamento Chimico - Fisico, così sviluppato:

- trattamento con sospensione di adsorbente;
- flocculazione chimica e decantazione;
- filtrazione su doppia colonna sabbia/carbone.



Figura 9-20: modulo di trattamento chimico - fisico

Nel TAF i fanghi prodotti dal processo chimico fisico vengono estratti dal sedimentatore ed inviati ad una filtropressa dotata di un tappeto trasportatore posizionato sotto della stessa che consente di trasportate automaticamente il fango pressato sopra un contenitore di stoccaggio (vasca, container o scarrabile).

SCHEMA DI FLUSSO

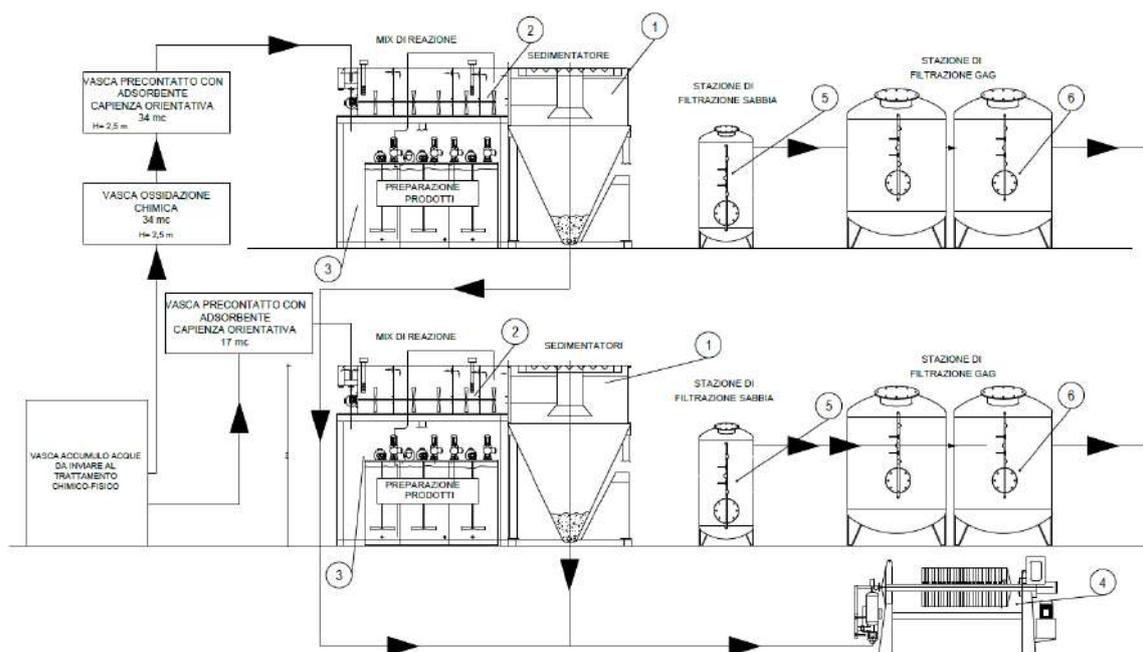


Figura 9-21: schema di flusso impianto TAF

L'impianto è dotato di un controllo in linea IN/OUT effettuato con analizzatori a fluorescenza che permettono il controllo in tempo reale anche da remoto delle concentrazioni in ingresso e in uscita dei contaminanti. Gli analizzatori saranno calibrati in fase operativa sui contaminanti indice (ad es. naftalene) e potranno essere utili alla verifica delle concentrazioni in ingresso, consentendo di garantire l'ottimizzazione o l'affinamento del trattamento delle acque reflue (ad esempio rinviando in testa all'impianto). Ogni linea avrà una macchina in ingresso e in uscita.

Si rimanda alla relazione "RPB\_PS0040 Relazione messa in sicurezza operativa delle acque di falda", per i dettagli relativi al processo e ai comparti dell'impianto di trattamento di progetto.

### 9.6.2 Calcolo delle concentrazioni in Input al TAF

Per il calcolo dei contaminanti da rimuovere da considerare come IN al TAF è stata eseguita la procedura seguente:

1. Assegnazione dei poligoni alle due sottozone;
2. Per ogni sottozona e per ogni analita, calcolo di:



Tabella 9-3: concentrazioni in ingresso al TAF per la Zona 1 (zona arancio), evidenziati gli analiti per cui la media dei superamenti non è significativa

**Concentrazioni IN al TAF - Zona 1**

Analita	limite (µg/l)	picco Max (µg/l)	95° percentile complessivo (µg/l)	media superamenti (µg/l)	95° percentile pesato su area poligoni (µg/l)	% sup su campagne totali	INPUT TAF (µg/l)
Nitriti	500	6480	649	2755	672	7%	2755
Cianuri	50	6942	1760	895	983	37%	895
1,2-Dicloro etano	3	132	10	38	9	9%	38
1,2,3-Tricloro propano	0,001	0,19	0,001	0,06	0,02	4%	0,06
Benzene	1	2250	1341	332	211	54%	332
Etilbenzene	50	1403	93	191	24	10%	191
Stirene	25	434	156	148	24	13%	148
Toluene	15	2653	538	266	75	28%	266
m-p-xilene	10	1527	1058	374	144	30%	374
o-xilene	10	430	41	144	41	9%	144
Benzo(a) antracene	0,1	13	1,86	1,31	1,02	35%	1,31
Benzo(a) pirene	0,01	7,50	1,22	0,58	0,65	49%	0,58
Benzo(b) fluorantene	0,1	6,70	0,97	0,92	0,59	27%	0,92
Benzo(k) fluorantene	0,05	4,10	0,46	0,52	0,33	25%	0,52
Benzo(g,h,i) perilene	0,01	4,00	0,44	0,33	0,30	42%	0,33
Dibenzo(a,h)antracene	0,01	2,28	0,16	0,18	0,10	31%	0,18
Indeno(1,2,3-c,d) pirene	0,1	5,30	0,51	0,72	0,31	20%	0,72
Naftalene	5	11600	1727	1278	1004	38%	1278
Sommatoria IPA	0,1	18,9	2,1	1,9	1,5	36%	1,89
Idrocarburi totali	350	22000	13135	5333	2076	33%	5333
Manganese	2000 (*)	8400	3081	5635	1627	3%	3081

(\*) valore limite di emissione in acque superficiali

Tabella 9-4: concentrazioni in ingresso al TAF per la Zona 2 (zona azzurra), evidenziati gli analiti per cui la media dei superamenti non è significativa

### Concentrazioni IN al TAF - Zona 2

Analita	limite (µg/l)	picco Max (µg/l)	95° percentile complessivo (µg/l)	media superamenti (µg/l)	95° percentile pesato su area poligoni (µg/l)	% sup su campagne totali	INPUT TAF (µg/l)
Cianuri	50	810	109	328	90	7%	328
Arsenico	10	28	11	15	6	6%	15
1,1,2,2-Tetracloro etano	0,05	2,09	0,02	0,55	0,05	5%	0,05
Benzene	1	97,00	2,59	13,39	6,30	14%	13,39
Benzo(a) pirene	0,01	0,99	0,046	0,080	0,074	13%	0,080
Benzo(g,h,i) perilene	0,01	0,43	0,028	0,051	0,037	11%	0,051
Dibenzo(a,h) antracene	0,01	0,21	0,010	0,043	0,016	4%	0,016
Naftalene	5	240,0	13,6	43,8	21,9	8%	43,8
Sommatoria IPA	0,1	2,8	0,118	0,383	0,206	7%	0,383

#### 9.6.3 Concentrazioni da rispettare allo scarico

Le acque di scarico dall'impianto TAF dovranno essere conformi ai limiti di riferimento di Tabella 3, Allegato 5 alla Parte III del d.lgs.152/06 e ss.mm.ii), a seguito del trattamento delle acque di falda provenienti dalle attività di messa in sicurezza.

I limiti di rilevabilità degli strumenti impiegati per l'analisi delle acque, devono essere idonei a consentire di effettuare un bilancio di massa dei contaminanti che tenga conto che alcune delle concentrazioni in ingresso sono di poco superiori alle CSC per le acque di falda.

I limiti di Tabella 3 sono riportati di seguito.

N.	PARAMETRO	unità di misura	Limiti allo scarico (ex D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii., Parte III, All. 5, Tab. 3)	Metodo
1	pH		5.5-9.5	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
2	Temperatura	°C	[1]	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
3	colore		non percettibile con diluizione 1:20	APAT CNR IRSA 2020 Man 29 2003
4	odore		non deve essere causa di molestie	APAT CNR IRSA 2050 Man 29 2003
5	materiali grossolani		assenti	L. n. 319 del 10.05.1976
6	Solidi speciali totali	mg/L	80	APAT CNR IRSA 2090 Man 29 2003
7	BOD <sub>5</sub> (come O <sub>2</sub> )	mg/L	40	APHA Standard Methods ed 22nd

N.	PARAMETRO	unità di misura	Limiti allo scarico (ex D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii., Parte III, All. 5, Tab. 3)	Metodo
				2012, 52100
8	COD (come O <sub>2</sub> )	mg/L	160	ISO 15705 2002
9	Alluminio	mg/L	1	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
10	Arsenico	mg/L	0.5	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
11	Bario	mg/L	20	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
12	Boro	mg/L	2	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
13	Cadmio	mg/L	0.02	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
14	Cromo totale	mg/L	2	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
15	Cromo VI	mg/L	0.2	APAT CNR IRSA 3150 Man 29 2003
16	Ferro	mg/L	2	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
17	Manganese	mg/L	2	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
18	Mercurio	mg/L	0.005	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
19	Nichel	mg/L	2	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
20	Piombo	mg/L	0.2	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
21	Rame	mg/L	0.1	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
22	Selenio	mg/L	0.03	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
23	Stagno	mg/L	10	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
24	Zinco	mg/L	0.5	EPA 3010A 1992+ EPA6020A 2007
25	Cianuri totali come (CN)	mg/L	0.5	APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003
26	Cloro attivo libero	mg/L	0.2	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003
27	Solfuri (come H <sub>2</sub> S)	mg/L	1	APHA standard methods ed.22nd

N.	PARAMETRO	unità di misura	Limiti allo scarico (ex D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii., Parte III, All. 5, Tab. 3)	Metodo
				2012- 4500 S-D
28	Solfiti (come SO <sub>3</sub> )	mg/L	1	APAT CNR IRSA 4150 Man 29 2003
29	Solfati (come SO <sub>4</sub> )	mg/L	[2]	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
30	Cloruri	mg/L	[2]	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
31	Fluoruri	mg/L	6	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
32	Fosforo totale (come P)	mg/L	10	EPA3010A 1992+EPA6020A 2007
33	Azoto ammoniacale (come NH <sub>4</sub> )	mg/L	15	APAT CNR IRSA 4030 Man 29 2003
34	Azoto nitroso (come N)	mg/L	0.6	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 o APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003
35	Azoto nitrico (come N)	mg/L	20	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
36	Grassi e olii animali/vegetali	mg/L	20	APAT CNR IRSA 5160 Man 29 2003
37	Idrocarburi totali	mg/L	5	APAT CNR IRSA 5160 B2 Man 29 2003
38	Fenoli	mg/L	0.5	APAT CNR IRSA 5070 Man 29 2003
39	Aldeidi	mg/L	1	APAT CNR IRSA 5010 Man 29 2003
40	Solventi organici aromatici	mg/L	0.2	EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006
41	Solventi organici azotati	mg/L	0.1	EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006+MA 1211 REV.0 2012
42	Tensioattivi totali	mg/L	2	APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003 + UNI10511-2:1996
43	Pesticidi fosforati	mg/L	0.10	APAT CNR IRSA 5100 Man 29 2003
44	Pesticidi totali (esclusi i fosforati) tra cui:	mg/L	0.05	APAT CNR IRSA 5060 Man 29 2003 + APAT CNR IRSA 50100 Man 29 2003 + EPA 3510C 1996+EPA 8270D 2007
45	- aldrin	mg/L	0.01	
46	- dieldrin	mg/L	0.01	
47	- endrin	mg/L	0.002	
48	- isodrin	mg/L	0.002	
49	Solventi clorurati	mg/L	1	EPA5030C 2003+EPA8260C 2006
50	Escherichia coli	UFC/	5000 UFC/100 mL (consigliato)	APAT CNR IRSA 7030 Man 29

N.	PARAMETRO	unità di misura	Limiti allo scarico (ex D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii., Parte III, All. 5, Tab. 3)	Metodo
		100mL		2003
51	Saggio di tossicità acuta (Microtox®)		il campione non é accettabile quando l'effetto sul campione tal quale è maggiore del 50%	UNI EN ISO 11348-3:2009

Tabella 9-5: parametri e limiti di riferimento di Tabella 3, Allegato 5 alla Parte III del d.lgs.152/06 e ss.mm.ii

(<sup>1</sup>)Per il mare, la temperatura dello scarico non deve superare i 35 °C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3 °C oltre i 1000 metri di distanza dal punto di immissione.

(<sup>2</sup>) Tali limiti non valgono per lo scarico in mare, in tal senso le zone di foce sono equiparate alle acque marine costiere purché almeno sulla meta di una qualsiasi sezione a valle dello scarico non vengono disturbate le naturali variazioni della concentrazione di solfati o di cloruri.

Come riportato nelle note alla tabella, dato lo scarico in acque marine superficiali, i limiti non valgono per i Cloruri e i Solfati.

Analogamente, come anche già accordato con gli enti di controllo in altri progetti attigui all'area della Ferriera di Servola<sup>1</sup>, si ritiene che anche i limiti su pH e boro, in quanto riconducibile all'ambiente marino possa non essere considerato. Gli analiti riconosciuti riconducibili all'ambiente marino nei progetti citati sono: solfati, boro, bromo e bromuri, cloruri, pH e conducibilità.

I limiti per i parametri evidenziati in grigio nella tabella sopra riportata non saranno quindi considerati.

### 9.6.1 Punto di scarico finale

Il punto di scarico finale dell'impianto TAF è il medesimo dello scarico delle acque meteoriche raccolte dalla linea di drenaggio di progetto del Parco Fossile, ed è collocato nell'estremità a ovest dell'area di interesse progettuale.

<sup>1</sup> ACEGAS APS – "Interventi di adeguamento e potenziamento impianto di depurazione di Servola - Trieste - Opere di I° lotto 2° Stralcio- Interventi di bonifica – Progetto Esecutivo"

Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale Porti di Trieste e Monfalcone "Lavori di realizzazione della piattaforma logistica in area portuale compresa tra lo Scalo Legnami e l'ex-Italsider e conseguenti opere di collegamento Primo Stralcio - Progetto esecutivo"



Figura 9-23 planimetria posizionamento impianto TAF e punto di scarico dell'impianto

## 9.7 Ripristini pavimentazioni MISO suoli

Alcune delle aree interessate dalle opere di progetto risultano pavimentate secondo le indicazioni del "Progetto integrativo di messa in sicurezza, riconversione industriale e sviluppo economico produttivo nell'area della Ferriera di Servola (Art 252-bis D.lgs 152/06), settembre 2015, Accordo di programma del 21/11/2001".

La tavola IN 0110 riporta la planimetria delle pavimentazioni di MISO esistenti e realizzate da Siderurgica Triestina, specificando le caratteristiche dei diversi pacchetti.

Per la realizzazione delle opere di progetto e, in particolare, per la costruzione del diaframma, si considera un'area da destinare a cantiere e movimentazione macchinari di almeno 10 metri. In questa fascia il progetto prevede di demolire la pavimentazione di MISO esistente e ripristinarla una volta terminati i lavori. Le coperture avranno caratteristiche di impermeabilità almeno pari a quelle della pavimentazione realizzata da Siderurgica Triestina.

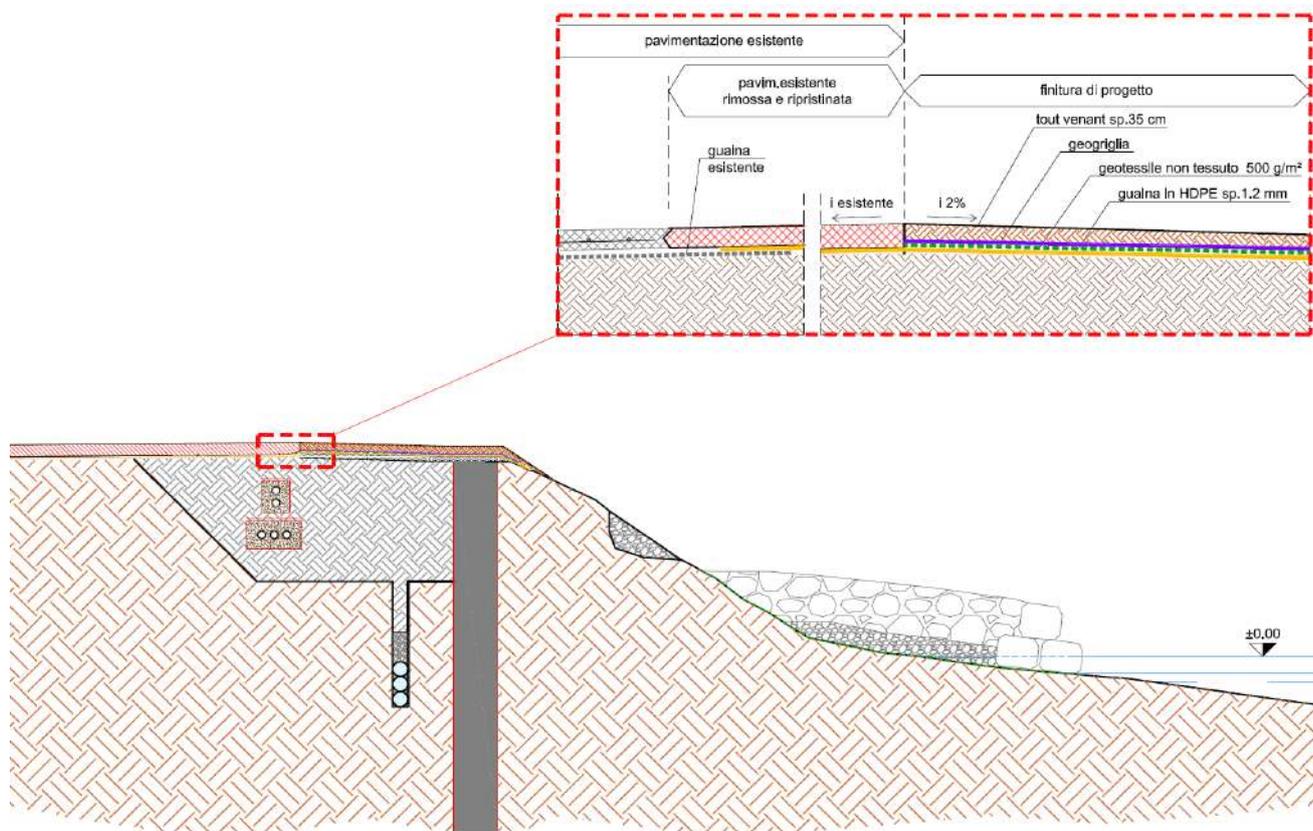


Figura 9-24: ripristino pavimentazioni di MISO esistenti

Le aree non ancora pavimentate comprese fra pavimentazioni di MISO di Siderurgica Triestina e diaframma di progetto saranno coperte con una finitura di progetto non carrabile composta, dal basso verso l'alto, da:

- Guaina in HDPE;
- Geotessile non tessuto;
- Geogriglia;
- Tout venant (spessore 35 cm).

La tavola BO-PS 414 riporta le quantità di pavimentazioni MISO esistenti da demolire e ripristinare e le nuove pavimentazioni di MISO di progetto.

## 10 MODALITÀ DI GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

### 10.1 Stato di qualità dei suoli

Come si evince dall'immagine sotto riportata, estratta dalla tavola "A- superamenti CSR nello scenario 'attuale'" del progetto di MISO di Siderurgica Triestina, il diaframma e la trincea attraverseranno alcuni poligoni risultati "oltre CSR", nell'ambito della caratterizzazione del sito (2006) e delle aree demaniali (2008).

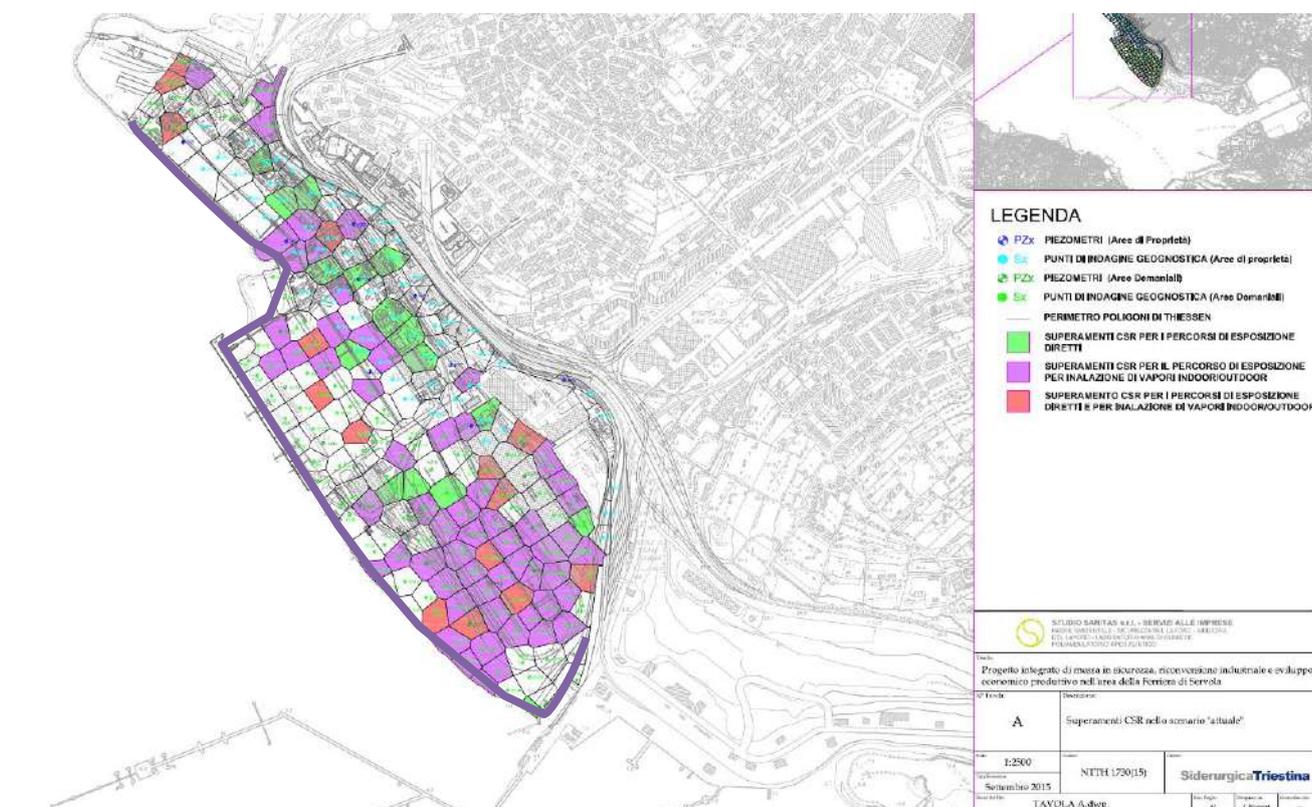


Figura 10-1 Estratto dalla tavola "A- superamenti CSR nello scenario 'attuale'" del progetto di MISO di Siderurgica Triestina – in viola il tracciamento del marginamento di progetto

I sondaggi classificati come oltre CSR (per metalli e IPA) dal progetto di MISO di Siderurgica Triestina lungo lo sviluppo del diaframma e della trincea drenante, sono: S140, S164, S169, S176, S182, S188 e PZ12.

### 10.2 Modalità di gestione dei materiali di risulta dalle attività di progetto

Il progetto prevede di:

- inviare a smaltimento il materiale di risulta dalle attività di realizzazione della protezione di sponda, come identificati al successivo §10.3;

- inviare a smaltimento in idoneo impianto, i materiali di risulta dalle attività di realizzazione del diaframma di conterminazione (trivellazione tipo O-pile o similare nel parco fossili e pali secanti nel parco minerali e in area ex parco ghisa) per la parte di riporto e riutilizzare i materiali naturali, se compatibili dal punto di vista chimico e meccanico, per i rinterri previsti da progetto. I volumi relativi ai livelli naturali (esclusi dall'ambito di applicazione della parte IV del D.Lgs.152/06 e ss.mm.ii, in base all'art.185 c.1 lett.c ) sono riutilizzati in sito effettuando verifiche per il riscontro delle idonee caratteristiche meccaniche e per la verifica della non contaminazione ai sensi del DPR 120/17 (cfr. §10.4);
- inviare a smaltimento il volume di rimozione degli argini, come identificato al §10.3;
- inviare a smaltimento (prioritariamente a impianto di recupero) i quantitativi derivanti dalle demolizioni delle pavimentazioni esistenti, come identificati al §10.6;
- riutilizzare in sito i volumi di scavo derivanti dalla realizzazione della trincea drenante (sia del prescavo a +1.50 m s.m.m che dei volumi per la posa degli elementi modulari della trincea), secondo le seguenti modalità:
  - per rispettare i criteri generali del progetto di MISO approvato e dell'Analisi di Rischio condotta con riferimento alle matrici contaminata "suolo" i volumi scavati saranno depositati nelle immediate vicinanze dello scavo (che procederà in linea), per poi essere ricollocati in sito dopo la posa degli elementi modulari della trincea, per i necessari rinterri. I terreni di scavo saranno riposti nella medesima posizione planimetrica e altimetrica, in particolare mantenendo, cautelativamente, inalterati i livelli corrispondenti al suolo superficiale o profondo, in modo da rispettare pienamente i criteri del "Progetto integrato di messa in sicurezza, riconversione industriale e sviluppo economico produttivo della Ferriera di Servola", elaborato nel settembre 2015 ed approvato nell'ambito della procedura ex art. 252-bis del D.Lgs. n. 152/06 con Decreto congiunto del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, in conformità alle determinazioni e alle relative prescrizioni formulate dalla Conferenza dei Servizi del 5 ottobre 2015;
  - la fascia planimetrica della trincea drenante sarà comunque oggetto di impermeabilizzazione (ripristinando la pavimentazione esistente o con idoneo pacchetto costituito da telo impermeabile ricoperto da terreno vegetale - vedi elaborati grafici di dettaglio), che sarà collegata alle pavimentazioni in corso di realizzazione da parte di Siderurgica Triestina, garantendo la chiusura complessiva delle opere di messa in sicurezza;

i dettagli dei volumi sono riportati al successivo §10.5.

Le modalità di gestione dei volumi della trincea drenante e delle linee di collegamento come identificati nei punti precedenti, consentono:

- il rispetto dei criteri del progetto di MISO approvato dato che le pavimentazioni previste dal progetto saranno ripristinate, ovvero saranno realizzate quelle previste dal presente progetto definitivo, che comunque consentono l'interruzione dei percorsi;
- di ridurre i conferimenti in discarica, con evidenti benefici ambientali:
  - minimizzazione dei rifiuti da smaltire, garantendo il massimo riutilizzo in sito conformemente alle direttive europee di settore,
  - risparmio delle risorse, con la diminuzione degli approvvigionamenti da cava,
  - minimizzazione dei volumi di materiale da movimentare da/per il cantiere e quindi minori impatti sulla viabilità locale, sia in termini di traffico indotto, che di qualità dell'aria conseguente,
  - minimizzazione delle risorse economiche pubbliche investite per gli smaltimenti.

Si precisa che sulla fascia interessata dalla banchina nell'area della Piattaforma Logistica II stralcio (area Parco Fossili), il marginamento è realizzato a mare davanti alla banchina esistente: la trincea drenante verrà realizzata a monte del diaframma, nella fascia che sarà oggetto di riempimento. In questa fascia, non sono quindi previsti scavi, ma solo rinterri.

Si premette che nel corso delle lavorazioni si tenderà a impiegare tecnologie e processi produttivi che garantiscano il minor impatto ambientale possibile con l'utilizzo delle migliori tecnologie economicamente sostenibili e ad assicurare l'integrale rispetto della normativa vigente in materia di tutela ambientale.

Relativamente ai materiali da demolizione, questi sono classificati come rifiuti speciali (ex Art. 184 D.Lgs. 152/06).

### **10.3 Rimozione cumuli interferenti e salpamenti**

Preliminarmente alla costruzione del diaframma è necessario rimuovere il materiale interferente lungo l'asse di progetto e per una fascia necessaria alle propedeutiche lavorazioni.

Il progetto prevede quindi la rimozione dei cumuli/argini interferenti e della vegetazione soprastante, costituita per lo più da componenti arbustive e alberi di piccolo fusto (cfr. figure successive).

Come si evince dalle tavole EC 0601÷0602, il materiale da rimuovere e conferire a idonea discarica come rifiuto è stato stimato in circa 4680 m<sup>3</sup>.

La componente verde da rimuovere ricopre un'area stimata di circa 4438 m<sup>2</sup>, di cui:

- 285 m<sup>2</sup> nella zona della banchina Parco Fossili;
- 2'220 m<sup>2</sup> nella zona del Parco Minerali;

- 1'933 m<sup>2</sup> nell'area dell'Ex Parco Ghisa.

Si rimanda alla RGm 0091 Relazione sulla gestione dei materiali per i dettagli.

## 10.4 Materiali di risulta da esecuzione wall pile e pali compenetrati

Nella tabella successiva sono riportati i volumi complessivi dei materiali di risulta dalla realizzazione del marginamento con wall pile (tipo O-Pile o similare) e pali CFA/secanti. Tali volumi sono destinati al riutilizzo in sito per la quota parte di materiale naturale idoneo meccanicamente, ovvero allo smaltimento esternamente al sito in idoneo impianto di recupero o a discarica.

Tabella 10-1: Volumi di risulta, divisi fra materiale di riporto e materiale naturale, derivanti dalla trivellazione dei tratti del diaframma tipo O-pile o similare (Banchina Parco Fossili) e pali (Parco Minerali e Area Ex parco ghisa)

	<b>RIPORTO</b>	<b>MATERIALE NATURALE</b>	<b>Totale</b>
<b>Tipo O-pile o simile Parco Fossili</b>	742 m <sup>3</sup>	473 m <sup>3</sup>	1'215 m <sup>3</sup>
<b>Pali secanti CFA Parco minerali</b>	10'314 m <sup>3</sup>	4'856 m <sup>3</sup>	15'171 m <sup>3</sup>
<b>Pali secanti Ex Parco ghisa</b>	7'702 m <sup>3</sup>	7'317 m <sup>3</sup>	15'019 m <sup>3</sup>
<b>TOTALE</b>	<b>18'758 m<sup>3</sup></b>	<b>12'647 m<sup>3</sup></b>	<b>31'405 m<sup>3</sup></b>

Si rimanda alla RGm 0091 Relazione sulla gestione dei materiali per i dettagli.

## 10.5 Materiali di risulta dalla realizzazione della trincea drenante

Nella tabella successiva sono riportati i volumi riassuntivi di sterro e riporto necessari alla realizzazione della trincea, come previsto secondo le specifiche di progetto. In allegato viene riportato il dettaglio del calcolo della volumetria effettuato sulla base delle sezioni ragguagliate di progetto (cfr. tavole di computo EC0615÷EC0628).

Tabella 10-2 Volumi di scavo e riporto della trincea drenante

Volumi di Sterro	~8'007 m <sup>3</sup>	A riutilizzo in progetto, a meno dell'esubero per la collocazione del modulo della trincea
------------------	-----------------------	--

		drenante
Volumi di Riporto	~19'166 m <sup>3</sup>	Riutilizzo dei volumi di scavo e dell'aliquota di materiale naturale idonea per caratteristiche meccaniche proveniente dalla realizzazione dei pali del marginamento. Per la quota parte necessaria fornito da esterno

Si rimanda alla RGm 0091 Relazione sulla gestione dei materiali per i dettagli.

## 10.6 Demolizioni

Per la realizzazione della trincea drenante dovranno essere demolite parte delle pavimentazioni di MISO realizzate, che poi saranno ripristinate come previsto da progetto.

Trattasi di pavimentazione in calcestruzzo di spessore di circa 20 cm, da demolire in traccia per una larghezza di circa 5 m mediamente.

Le aree interessate dalla demolizione della pavimentazione esistente sono riportate nella tavola BO-PS 0414 Ripristino pavimentazione MISO suoli, cui si rimanda per dettagli.

## 10.7 Diagramma di flusso dei materiali

Negli schemi di flusso successivi sono individuate le provenienze e i destini dei materiali originati dal cantiere, distinti per tipologia.

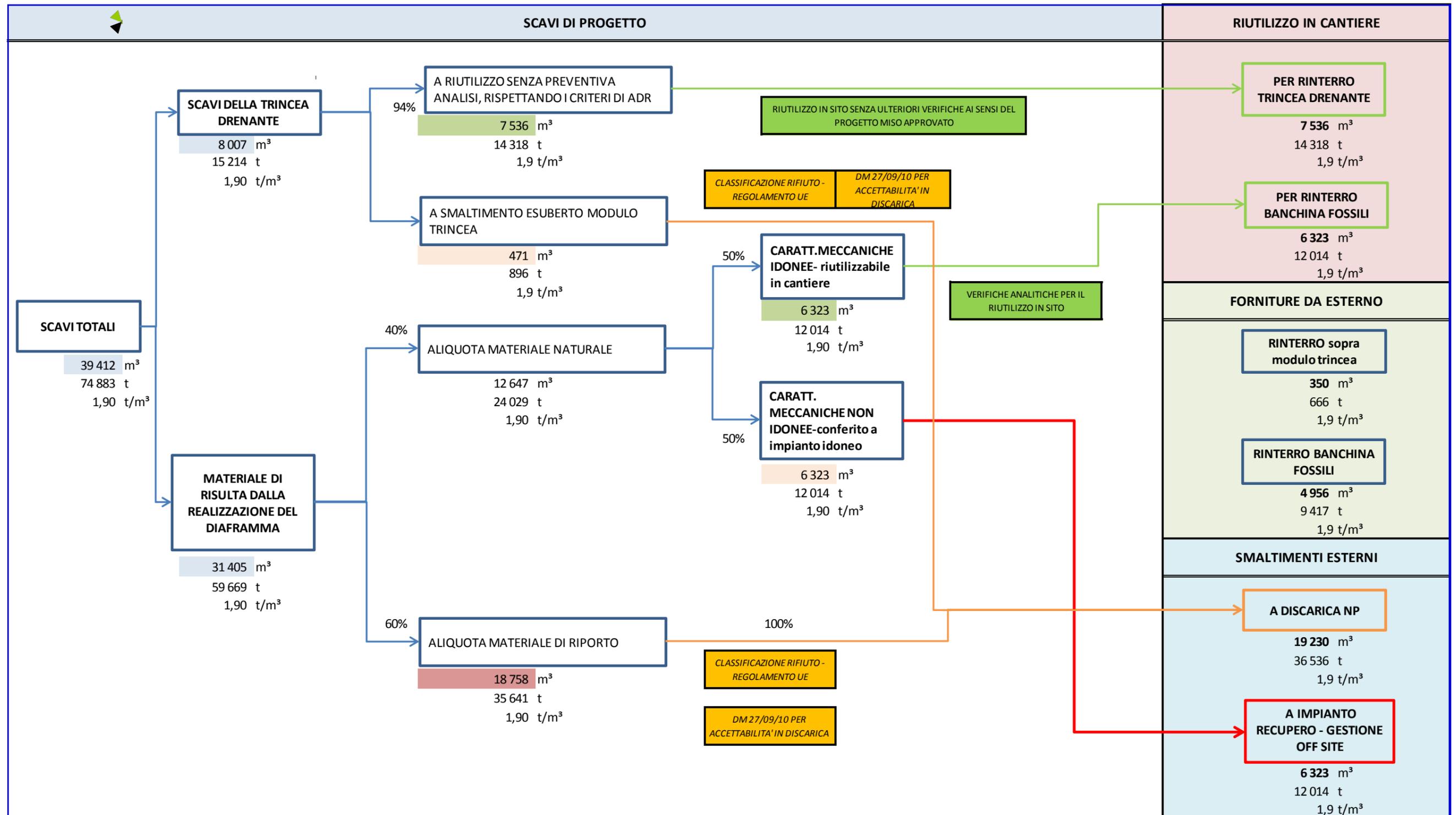


Figura 10-2 Flussi del materiale di scavo della trincea drenante e dei volumi di risulta dai pali

### CUMULI E ARGINI

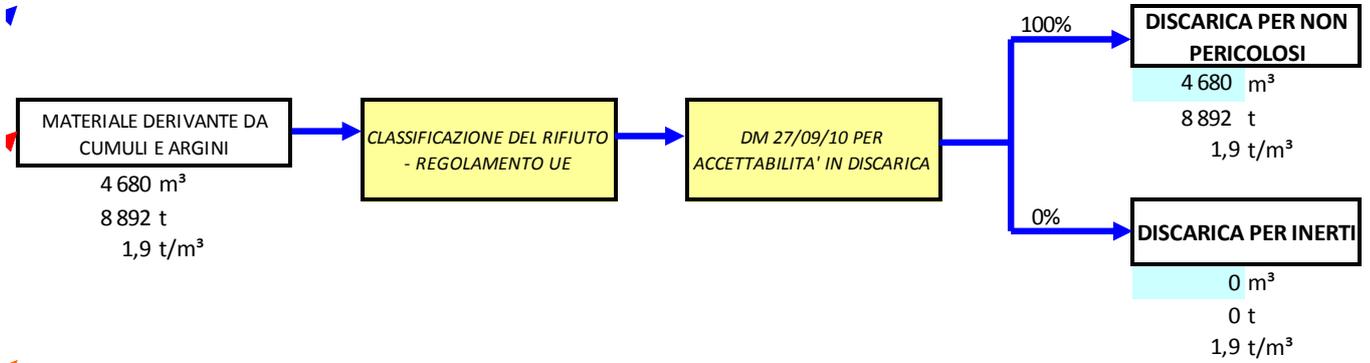


Figura 10-3 Flussi del materiale derivante da cumuli e argini

### MATERIALE DI RISULTA DA SALPAMENTI

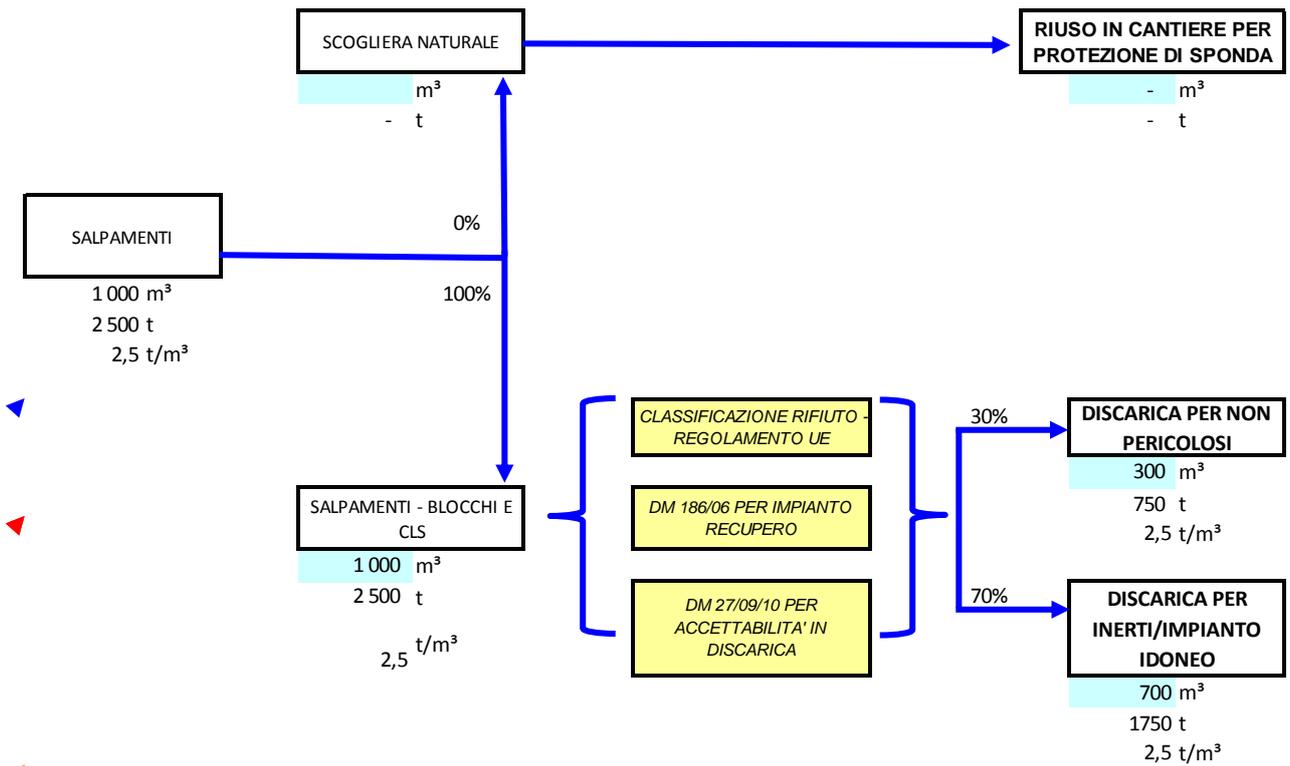


Figura 10-4 Flussi del materiale di risulta dai salpamenti

## DEMOLIZIONI PAVIMENTAZIONI

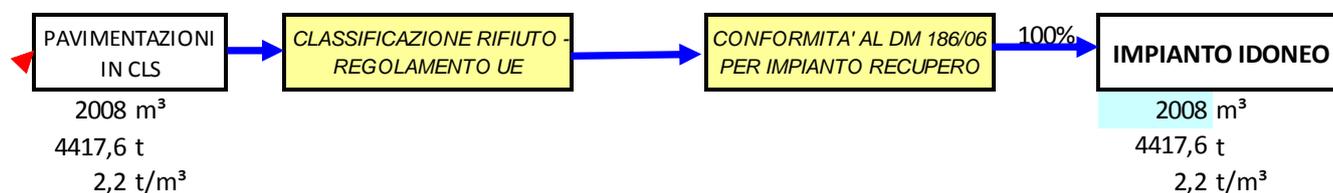


Figura 10-5 Flussi del materiale derivante dalle demolizioni delle pavimentazioni esistenti

## 10.8 Verifiche analitiche sui materiali

Sul materiale derivante dallo scavo del diaframma (pali secanti, etc.) e idoneo meccanicamente, verranno effettuate anche delle verifiche analitiche, per accertare la non contaminazione e la conseguente conformità a riutilizzo del materiale ai sensi del DPR 120/17.

Le verifiche analitiche sui materiali da inviare a smaltimento a idoneo impianto dovranno consentire la classificazione dei rifiuti in base al Regolamento UE 1357/2014 e alla Decisione UE 955/2014, entrate in vigore dal 01/06/2015. Le analisi dovranno inoltre consentire l'individuazione della corretta discarica previste ai fini del conferimento finale sono sul tal quale e sul test di cessione secondo il DM 27/09/10.

## 10.9 Individuazione degli impianti di smaltimento

Tutti i rifiuti saranno accompagnati al recupero/smaltimento da apposito formulario di identificazione opportunamente vidimato, emesso dal soggetto la cui attività ha generato il rifiuto, compatibilmente con le evoluzioni normative legate al SISTRI.

Dell'impianto di smaltimento/recupero verranno verificate l'autorizzazione e l'iscrizione all'Albo Gestori Ambientali e che sia in regola sia per quel che riguarda prescrizioni, codici CER, mezzi e validità temporale.

Nella Figura 10-6 è illustrata la localizzazione delle discariche per tipologia nel territorio regionale; in provincia di Trieste non sono presenti discariche. La localizzazione delle discariche è riportata nel sito di ARPA FVG, che indentifica altresì le quantità che nel 2017 sono state smaltite in discarica (inerti, non pericolosi e altro tipo di rifiuti).

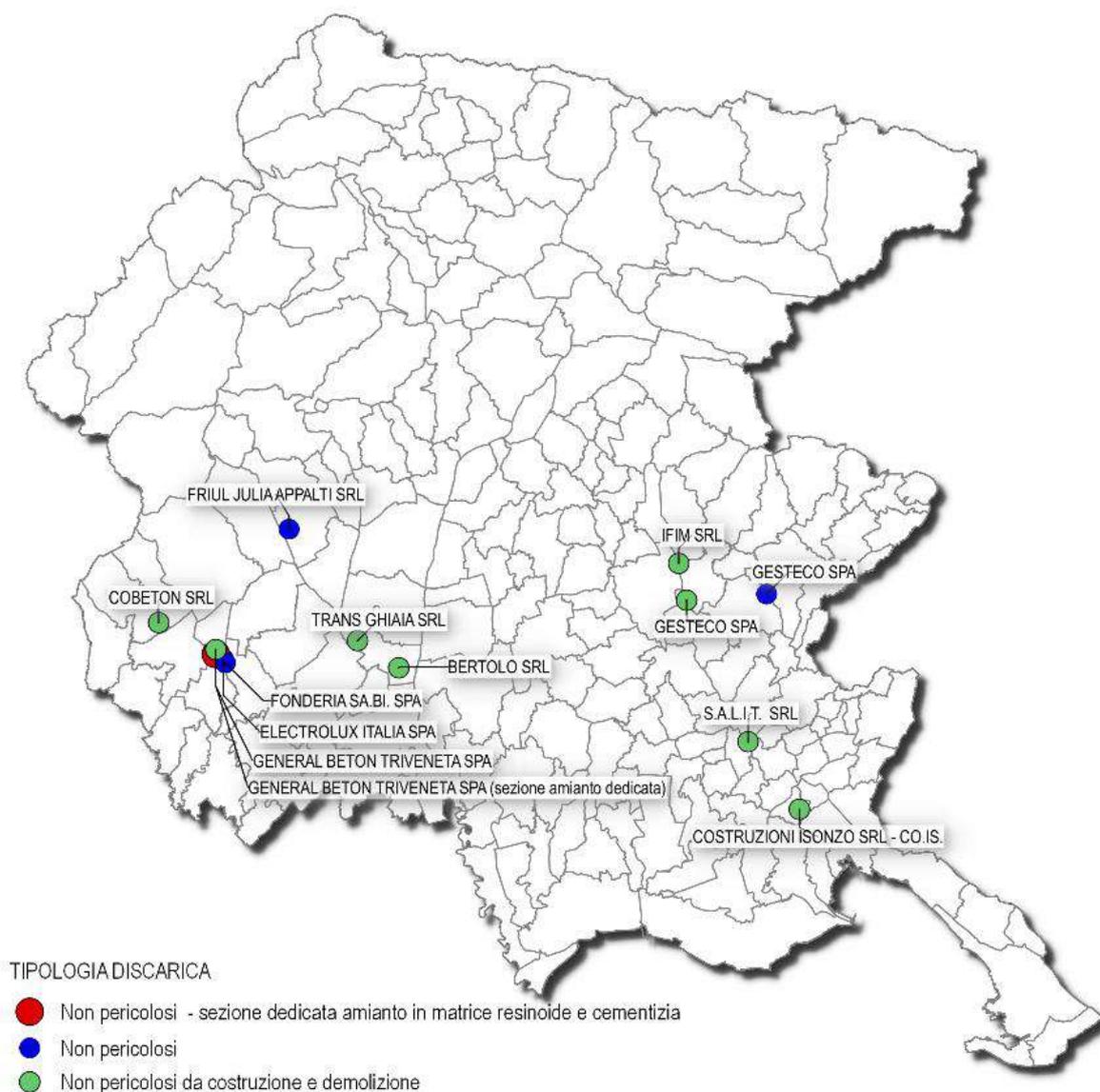


Figura 10-6: Localizzazione discariche in regione (fonte ARPA FVG  
[http://cmsarpa.regione.fvg.it/cms/tema/rifiuti/dati\\_ambientali/Rifiuti-speciali/discariche](http://cmsarpa.regione.fvg.it/cms/tema/rifiuti/dati_ambientali/Rifiuti-speciali/discariche) )

In tali impianti nell'anno 2017 sono stati conferiti in totale i quantitativi di rifiuti di seguito riportati.

Smaltimento in discarica - 2017 per categoria discarica	t/anno
Non pericolosi	74.409
Rifiuti Inerti	115.267
Discariche per non pericolosi (speciali) – per amianto in matrice resinoida e cementizia	47.688 *
<b>Totale</b>	<b>237.364</b>

\* CER 170605\*, 150202\*

La tabella che segue riporta il dettaglio dei quantitativi smaltiti nei singoli impianti di discarica operativi negli anni 2015 – 2017 localizzati nel territorio regionale come rappresentato in figura.

Smaltimento in discarica (tipologia discarica)	Comune	indirizzo	2015 (t/a)	2016 (t/a)	2017 (t/a)
<b>Non pericolosi</b>			88.422	93.068	74.409
GESTECO	CIVIDALE DEL FRIULI	Via AQUILEIA 23 - 33043	19.495	32.220	17.862
GESTECO	MARTIGNACCO	Località Tarabanis	12.441	---	---
FRIUL JULIA APPALTI SRL	MANIAGO	Località Cossana - 33085	50.791	54.007	48.365
FONDERIA SA.BI. SPA - DISCARICA	PORDENONE	Via Brentella - 33170	5.531	6.705	8.030
ELECTROLUX ITALIA SPA	PORCIA	Corso Lino Zanussi - 33080	163	136	151
<b>Non pericolosi da costruzione e demolizione</b>			156.143	87.959	115.267
BERTOLO SRL	VALVASONE ARZENE	Località Casatte - 33098	27	0	0
COBETON SRL	POLCENIGO	Strada Comunale di Pordenone - 33070	1.539	3.006	129
COSTRUZIONI ISONZO SRL - CO.IS.	SAN PIER D'ISONZO	VIA Soleschiano, 20 - 34070	10.804	1.290	1.638
GENERAL BETON TRIVENETA SPA	PORCIA	Via Valessa, 26 località Croce Vial - 33080	4.925	3.908	5.157
GESTECO SPA	REMANZACCO	Località CERNEGLONS - 33047	134.517	76.271	34.153
S.A.L.I.T. SRL	MEDEA	Strada Provinciale KM 5, 6 - 34070	440	232	727
TRANS GHIAIA SRL	VALVASONE ARZENE	Via Grava, 12/A - 33090	3.892	3.251	13.426
IFIM SRL	UDINE	Località "Buse dai Claps"	---	---	60.036
<b>Non pericolosi (Sezione dedicata amianto in matrice resinoida e cementizia)</b>			22.166	22.741	47.688
GENERAL BETON TRIVENETA SPA (sezione amianto dedicata)	PORCIA	Via Valessa, 26 località Croce Vial - 33080	22.166	22.741	47.688
<b>Totale</b>			<b>266.731</b>	<b>203.768</b>	<b>237.364</b>

Viene anche riportato un estratto dal "Rapporto Rifiuti Urbani" di ISPRA 2018, che cataloga la tipologia di rifiuti prodotta e la filiera per la loro gestione per ciascuna regione, che mostra la localizzazione di discariche per RU e RS che hanno smaltito rifiuti nel 2017.

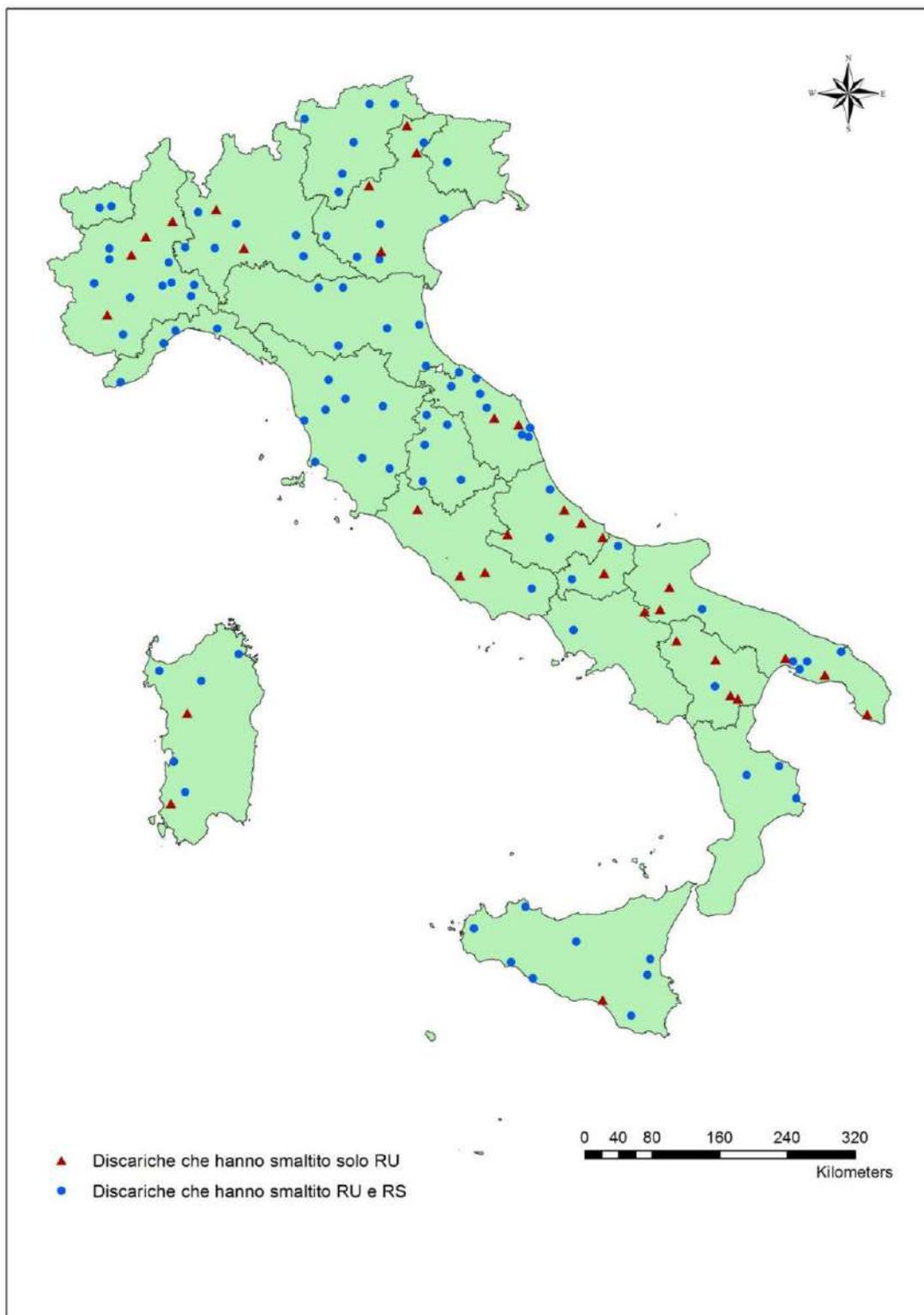


Figura 10-7 Distribuzione geografica delle discariche che smaltiscono RU, anno 2017

Per i dettagli si rimanda alla Relazione sulla gestione dei materiali (Rgm 0091).

## **11 OPERE DI DIFESA SPONDALE**

L'intervento di sistemazione di sponda è previsto nel tratto a sud dell'area di progetto, area denominata ex Parco Ghisa, dalla presa a mare della centrale elettrica fino al limite sud costituito dall'approdo di San Sabba, per uno sviluppo di circa 460m. Durante tale lavorazione, il progetto prevede di collocare barriere antitorbidità per il contenimento di eventuali sospensioni di sedimenti.

In quest'area, lungo la linea di costa è stato realizzato nel tempo un argine composto da materiali vari. La sponda, costituita da materiali di scarto tra cui blocchi e lastre di calcestruzzo e altri scarti da demolizioni, è attualmente oggetto di fenomeni di erosione sotto l'azione degli agenti atmosferici e idrodinamici. Il progetto prevede la rimozione del materiale di media e grossa pezzatura depositato lungo la sponda, potenzialmente contaminato, fino al raggiungimento del terreno di riporto che costituisce la sponda originaria.

Il paraggio di costa interessato dall'intervento si estende da 140°N a 320°N, con un ampiezza complessiva di 180°.

Al fine del corretto dimensionamento dell'opera di protezione di sponda di progetto si è condotto uno studio idraulico marittimo mirato ad esplicitare le caratteristiche meteomarine del paraggio in oggetto.

### **11.1 Condizioni meteo-marine**

La caratterizzazione ondometrica di un paraggio avviene in primo luogo attraverso la definizione del regime ondometrico al largo, in secondo luogo attraverso lo studio della propagazione del moto ondoso verso la linea di costa.

Poiché non si dispone di registrazioni dirette d'onda, la stima dei parametri del moto ondoso è eseguita a partire dalla conoscenza del campo di vento.

Le caratteristiche dell'onda sono ricavate dalle informazioni meteorologiche attraverso:

1. definizione del fetch (area di perturbazione), sul quale il vento sia ragionevolmente costante in velocità e direzione, e misura dell'estensione;
2. conoscenza di direzione e velocità media del vento;
3. utilizzo metodi indiretti per la previsione del moto ondoso;
4. statistica dei valori estremi.

I dati utilizzati, forniti dall'Osservatorio Meteorologico Regionale (OSMER) di ARPA FVG, sono relativi alla stazione presso il Molo Fratelli Bandiera (Trieste) e coprono un arco temporale di 23 anni, dal 01/01/1996 al 30/11/2018.

Ottenuti i dati di vento, sono state estrapolate le cosiddette mareggiate, ossia gli eventi per cui il vento risulta avere velocità non inferiore ai 10 nodi (5 m/s), considerato come valore soglia per l'analisi degli eventi estremi.

Per la progettazione dell'opera occorre conoscere, con sufficiente approssimazione, il valore dell'altezza d'onda ( $H_s$  di progetto) che non sia superato in lunghi periodi di tempo. Per far ciò si ricorre ai metodi propri della statistica verificando l'adattabilità di alcune distribuzioni al campione e scegliendo quella che meglio ad esso si adatta.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per il tempo di ritorno di progetto  $T_R = 50$  anni (il  $T_R$  è scelto secondo i criteri suggeriti nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime", cfr. *Relazione di protezione della sponda* Rps 0041, per i dettagli).

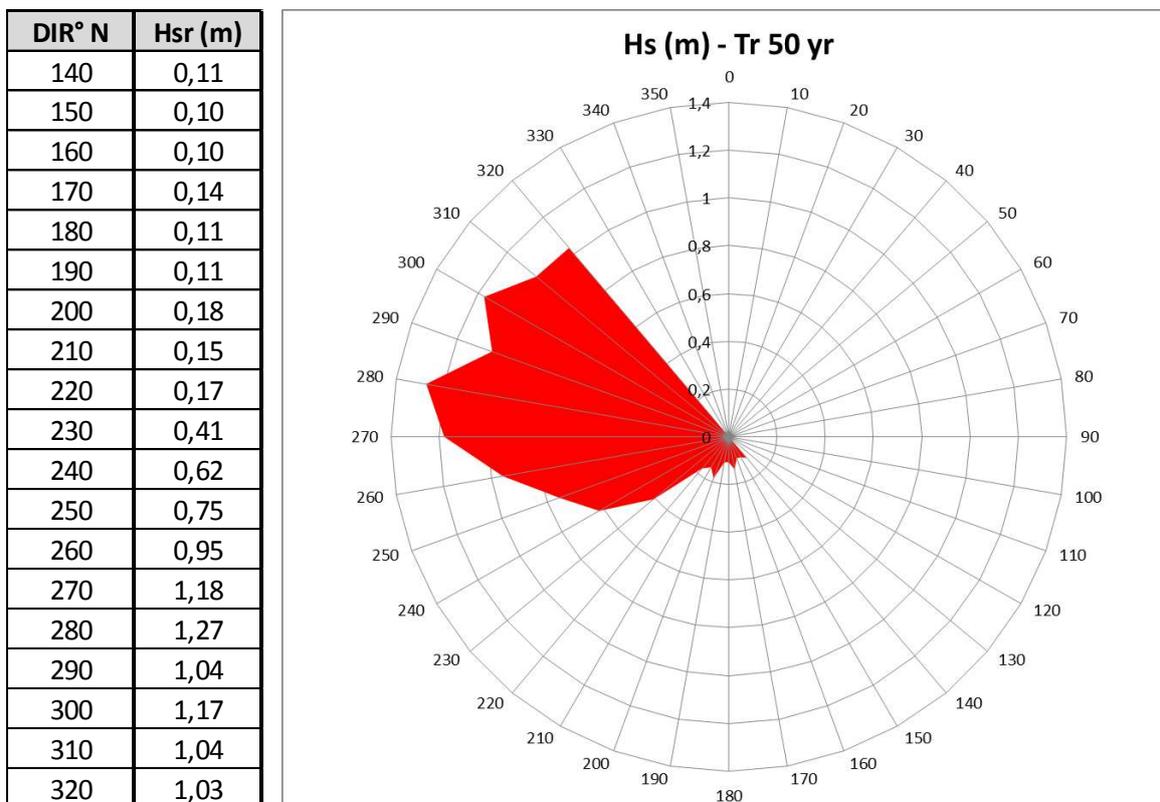


Figura 11-1: Altezze d'onda significative al largo per ogni direzione per tempo di ritorno di 50 anni

I risultati dell'analisi statistica portano alla scelta delle seguenti onde estreme di progetto al largo: l'"onda 1" risulta quella con altezza significativa maggiore mentre le "onde 2 e 3" provengono dalle direzioni più problematiche (270 e 300°N) poiché non schermate dalle dighe foranee al largo del paraggio in oggetto.

Tabella 11-1: Onde estreme al largo

	Onda 1	Onda 2	Onda 3
Tempo di ritorno	50 anni	50 anni	50 anni
Altezza d'onda significativa	1.27 m	1.18 m	1.17 m
Direzione di propagazione	280° N	270° N	300° N

Ottenuta le altezze d'onda significative estreme al largo si procede alla trasformazione delle condizioni ondometriche dal largo fin sottocosta ed in particolare all'interno del bacino portuale. E' noto infatti che le onde, avanzando da largo verso riva, subiscono trasformazioni dovute ai fenomeni di diffrazione, di rifrazione e di frangimento.

Si ottiene così l'altezza d'onda di progetto ossia l'altezza d'onda significativa al piede dell'opera utilizzata per dimensionamento e verifica.

Tabella 11-2: Caratteristiche onda di progetto

Tempo di ritorno	<b>50 anni</b>
Altezza d'onda significativa al piede dell'opera	<b>1.1 m</b>
Direzione di propagazione	<b>270÷300° N</b>

## 11.2 Protezione di sponda

Il progetto prevede quindi la realizzazione di un tratto a scogliera, con sezione tipica flessibile a gettata costituita da elementi naturali posati alla rinfusa con pendenza della scarpa 1:3.

La struttura è costituita da:

- uno strato esterno (mantellata) caratterizzato da massi di peso sufficiente a resistere all'azione del moto ondoso;
- uno strato di filtro sottostante, per controllare la fuoriuscita di materiale più fine interno.

Lavori propedeutici alla costruzione della scogliera sono la rimozione dei trovanti, la regolarizzazione del terreno sottostante e la posa di un geotessuto (5 N/m<sup>2</sup>).

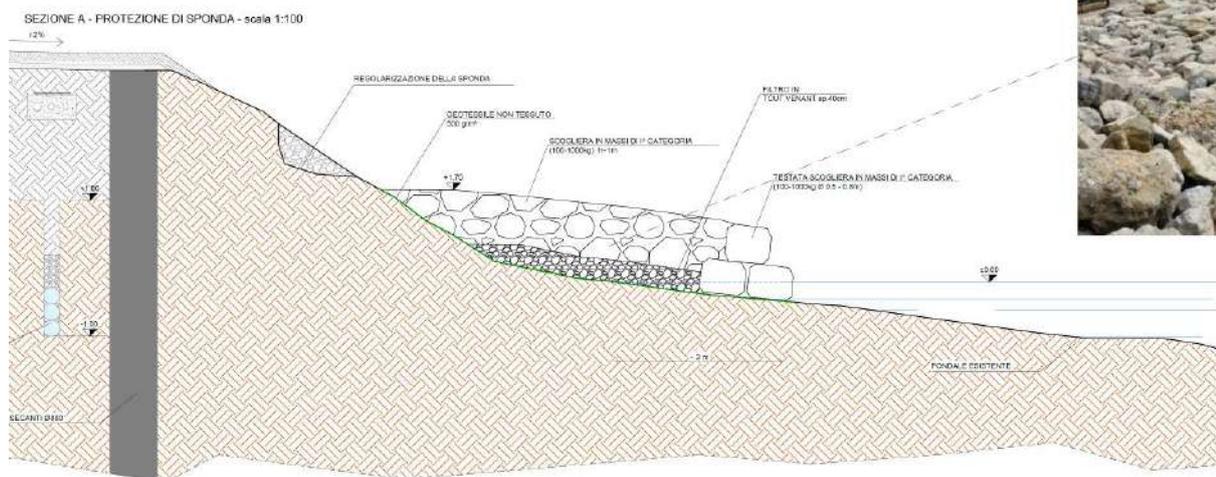


Figura 11-2: sezione tipologica intervento di protezione di sponda

Le fasi di intervento sono le seguenti:

- 1) Rimozione trovanti;
- 2) Regolarizzazione;
- 3) Stesa geotessuto;
- 4) Posa filtro in tout venant, spessore circa 40cm;
- 5) Posa massiciata, spessore circa 1m;
- 6) Posa testata, massi maggior dimensione ( $\varnothing 0.5 \div 0.8m$ ).

Il dimensionamento delle scogliere di protezione è stato effettuato mediante la formula di Hudson (*Shore Protection Manual*). Nella tabella seguente sono riassunte le caratteristiche della mantellata e filtro ottenute:

Tabella 11-3: Dimensioni scogliera di progetto – cfr. Figura 11-2: sezione tipologica intervento di protezione di sponda

<b>Dimensione</b>	<b>Filtro</b>	<b>Massiciata</b>	<b>Testata</b>
$W_{50}$ – peso singolo elemento (kg) (peso reale potrà oscillare fra 0,75 $W_{50}$ e 1,25 $W_{50}$ )	16 (1/10 $W_{50}$ massiciata)	165	250
$D_{50}$ – diametro singolo elemento (m)	0.2	0.4	0.5
B – spessore strato (m)	0.4	0.8	-

## 12 GESTIONE ACQUE METEORICHE BANCHINA PARCO FOSSILI

### 12.1 Introduzione

La rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche è costituita da una condotta a sezione circolare in calcestruzzo vibrocompresso, posizionata nella parte occidentale dell'area di intervento.. Le acque meteoriche ruscelleranno sulla superficie della banchina e verranno intercettate da caditoie poste su pozzetti lungo il tracciato della condotta.

La condotta recapita le acque meteoriche in un impianto di trattamento della prima pioggia, attraverso processi di dissabbiatura e disoleatura con funzionamento in continuo. Le portate eccedenti il limite di trattamento dell'impianto di prima pioggia potranno essere considerate come non contaminate e quindi direttamente scaricabili mediante by-pass dell'impianto stesso.

La portata viene infine recapitata in mare attraverso uno scarico posto sotto il livello medio del mare e presidiato da valvola a clapet.

Si rimanda alla specifica relazione Rid0020 per maggiori dettagli di dimensionamento e verifica della rete.

### 12.2 Rete

La condotta si sviluppa lungo un tracciato lineare di lunghezza pari a  $L = 348$  m e pendenza longitudinale  $S = 1.5$ ‰. Il diametro nominale è  $DN = 400$  mm.

La superficie afferente è costituita dalla nuova pavimentazione della banchina Parco Fossili, che consiste in una fascia longitudinale di larghezza media 5 m delimitata a nord dal Parco Fossili e a sud dall'intervento di marginamento previsto dal progetto. L'estensione della superficie drenata è pari a  $S = 2370$  m<sup>2</sup>. La condotta sarà posizionata lungo il confine settentrionale dell'area di intervento, in adiacenza al limite del Parco Fossili. La pavimentazione è caratterizzata quindi da una pendenza pari a 2% verso l'entroterra, a partire dal cordolo strutturale sulla testa dei diaframmi posto a quota  $H_{cordolo} = +1.80$  m s.m. Le acque meteoriche ruscelleranno sulla superficie e verranno intercettate da 18 caditoie poste ad un interasse di 20 m, lungo il tracciato della condotta.

### 12.3 Trattamento della prima pioggia

Le acque meteoriche raccolte sulla piattaforma impermeabile sono convogliate l'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia con funzionamento in continuo in grado di eseguire la decantazione, la grigliatura e la disoleazione.

Le maggiori portate rispetto la capacità di trattamento di prima pioggia defluiranno direttamente verso lo scarico a mare senza limitazione: in tal caso si può parlare di acque di "seconda pioggia" alle quali può non essere associato un significativo rischio di contaminazione.

Lo schema impiantistico del trattamento è composto da:

- separazione delle acque di prima pioggia
- derivazione della portata di prima pioggia
- decantazione
- grigliatura
- disoleatura
- restituzione alla linea
- scarico a mare

Le acque arrivano ad un pozzetto di partizione delle acque di prima pioggia e, fino al riempimento del bacino di accumulo delle acque di prima pioggia, entrano in quest'ultimo. A riempimento avvenuto il conseguente rigurgito devio a valle le acque verso lo scarico in mare

## **12.4 Scarico a mare**

La portata generata da eventi di precipitazione, sia trattata che by-passata, viene recapitata a mare mediante uno scarico dotato di valvola a clapet antirigurgito per evitare che l'acqua del mare raggiunga le vasche di trattamento e comprometta i dispositivi di trattamento.

## 13 GESTIONE INTERFERENZE

Le opere di progetto interferiscono con i seguenti sottoservizi esistenti o in fase di esecuzione:

- Linee elettriche e telefoniche
- Reti idrauliche
- Reti fognarie
- Scarichi a mare
- Manufatti esistenti
- Viabilità

La posizione dei sottoservizi e le relative caratteristiche geometriche sono state definite sulla base della documentazione prodotta da Siderurgica Triestina e resa ai progettisti da Invitalia in sede di gara e in fase di ricerca documentale propedeutica alla progettazione.

E' stato fatto riferimento ai seguenti elaborati, relativi a sottoservizi già presenti o a manufatti di nuova realizzazione (pavimentazione di MISO dei suoli; vasche di raccolta e trattamento acque di pioggia):

- Planimetria sottoservizi (fonte: AUTORITA' PORTUALE DI TRIESTE, SERVIZIO SICUREZZA AMBIENTE Progetto operativo per la caratterizzazione dell'area demaniale dello stabilimento siderurgico in concessione alla Servola S.p.A.);
- Planimetria deviazione Rio Primario (fonte: Archivio COSIDER, tavola n°P50-2679, 1962);
- Planimetria pavimentazioni di MISO (fonte: Siderurgica Triestina, Progetto integrato di messa in sicurezza, riconversione industriale e sviluppo economico produttivo nell'area della ferriera di Servola (art 252-bis d-lgs n.152 del 2006), settembre 2015. Accordo di programma del 21/11/2014);
- Planimetria reti di scarico e vasche di pioggia (fonte: Siderurgica Triestina, Interventi per l'attuazione del progetto integrato di rimozione dei rifiuti, messa in sicurezza dei suoli e messa in sicurezza acque di falda, Art. 4 comma 6 lettera b) ADP 21/11/2014).

Il rilievo topografico condotto nell'area dall'RTP ha permesso di riscontrare la posizione dei servizi fuoriterra e la posizione di chiusini e caditoie riconducibili ad alcuni sottoservizi.

E' stata prodotta una catalogazione delle interferenze riscontrate dal confronto tra la documentazione richiamata e l'ubicazione delle opere di progetto, avente carattere indicativo ma non esaustivo delle interferenze presenti

Nella planimetria in tavola IN 0106 sono riportati i tracciati dei sottoservizi, la tavola BOPS 415 riporta il censimento dei sottoservizi interferenti e, infine, le tavole BOPS 416 e BOPS 417 riportano i tipologici di risoluzione delle interferenze.

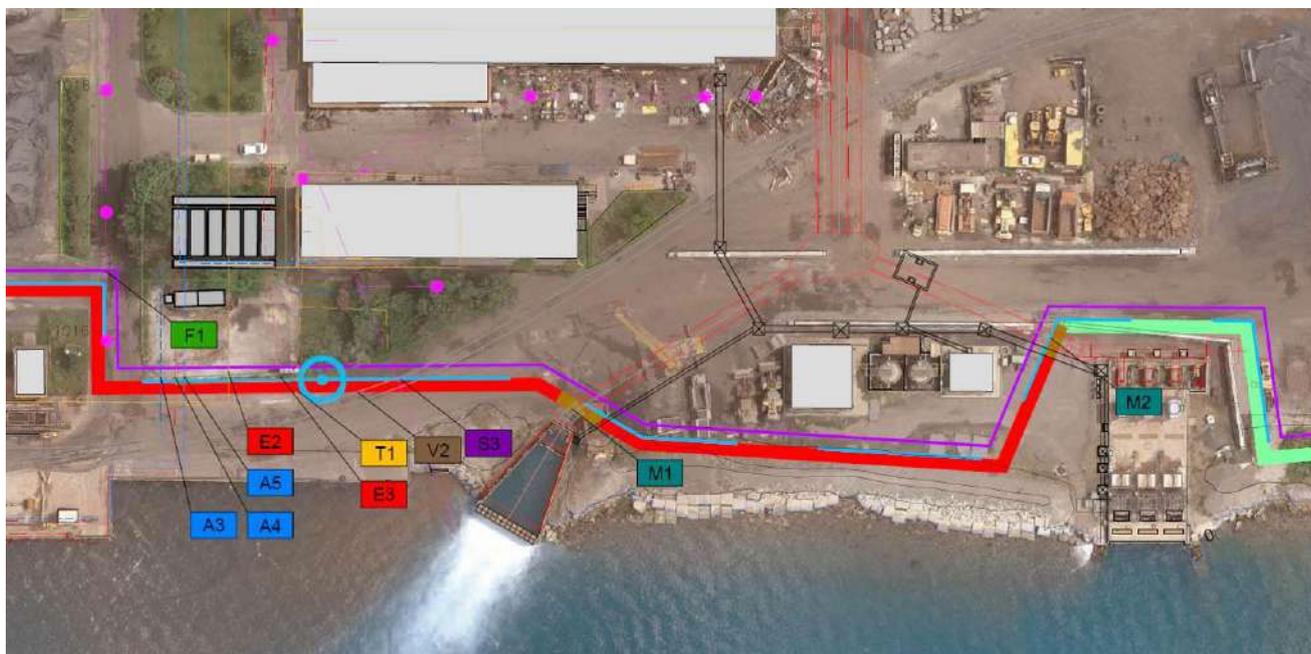


Figura 13-1 Individuazione interferenze (estratto tav. BOPS 415)

La relazione *Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze* (Pri 0030) presenta la descrizione delle interferenze riscontrate visualizzabili per aree di progetto, proseguendo dal confine nord con Piattaforma Logistica al confine sud con l'approdo San Sabba.

Di seguito si riassumono le interferenze riscontrate indicando i tipologici di risoluzione proposti nelle tavole citate in precedenza.

Tabella 13-1: censimento interferenze (D=diaframma, T=trincea drenante; C=condotte collettamento all'impianto TAF)

Reti elettriche						
nr.	linea	note/caratteristiche	interferente con			Intervento tipologico
			D	T	C	
E1	interrata	rete di terra	x	x	x	T11
E2	interrata	rete di terra	x	x	x	T11
E3	interrata	rete 220-380V di stabilimento	x	x	x	T11
E4	interrata	rete 220-380V di stabilimento			x	T11
E5	interrata	rete 220-380V di stabilimento	x		x	T11
E6	interrata	rete 220-380V di stabilimento			x	T11
E7	interrata	rete 220-380V di stabilimento			x	T11
E8	interrata	rete 220-380V di stabilimento			x	T11
E9	interrata	rete di terra			x	T11

**Telecomunicazioni**

nr.	linea	note/caratteristiche	interferente con			Intervento tipologico
			D	T	C	
T1	interrata	linea telefonica	x	x	x	TI1
T2	interrata	linea telefonica			x	TI1
T3	interrata	linea telefonica			x	TI1

Reti idrauliche						
nr.	Ø (mm)	note/caratteristiche	interferente con			Intervento tipologico
			D	T	C	
A1	80	rete impianto idraulico		x	x	MP1-MP2-MP3
A2	1200	rete acque di mare	x			-
A3	100	rete acqua dolce	x	x	x	MI1-MI2-MI3
A4	50	rete antincendio	x	x	x	MI1-MI2-MI4
A5	150	rete acque di mare	x	x	x	MI1-MI2-MI5
A6	50	rete acqua dolce			x	MI1-MI2-MI5
A7	50	rete acqua dolce			x	MI1-MI2-MI5

Reti fognarie						
nr.	Ø (mm)	note/caratteristiche	interferente con			Intervento tipologico
			D	T	C	
F1	150	rete fognature			x	NMI1-NMI2
F2	800	condotte vasca pioggia V6			x	NMI1-NMI2
F3	800	condotte vasca pioggia V6			x	NMI1-NMI2
F4	200	rete fognature, quota pozzetti 2,5÷2,9mslmm			x	NMI1-NMI2
F5	800	condotte vasca pioggia V6			x	NMI1-NMI2
F6	800	condotte vasca pioggia V6			x	NMI1-NMI2
F7	300	rete fognature, quota pozzetto 2,8mslmm			x	NMI1-NMI2
F8	150-300	pozzetti n°2259 (3,3 mslmm) e n°2260 (2,8 mslmm)			x	NMI1-NMI2
F9	500	rete fognature			x	NMI1-NMI2

Scarichi						
nr.	tipo	note/caratteristiche	interferente con			Intervento tipologico
			D	T	C	
S1	scarico acque di processo	scatolare L=1.4m	x	x		SS
S2	scarico acque meteoriche	scatolare, L=1.2m	x	x		SS
S3	scarico acque meteoriche	condotta, Ø1200mm	x	x	x	JG
S3bis	scarico vasca di pioggia V5	condotta, Ø800mm	x		x	JG
S5	scarico rete fognaria	condotta, Ø500mm (esistente da rilievo) Ø1000mm (progetto), quota fondo pozzetto di partenza 2,1 mslmm	x	x		SC

S5bis	scarico rete fognaria	condotta, Ø500mm (esistente da rilievo), quota fondo pozzetto di partenza 1,6 mslmm				scarico dismesso
S6	presa acqua di mare	canale L=3m	x	x	x	SS
S7	presa acqua di mare	canale L=3m	x	x	x	SS

Manufatti						
nr.	tipo	note/caratteristiche	interferente con			Intervento tipologico
			D	T	C	
M1	scarico centrale elettrica	Ø2166mm + collegamenti elettrici (canaletta Ø500mm), quota scorrimento<+0.30m slmm	x	x	x	JG
M2	presa centrale elettrica	Ø2166mm + collegamenti elettrici (canaletta Ø500mm) quota scorrimento<+0.30m slmm	x	x	x	JG

Viabilità						
nr.	linea	note/caratteristiche	interferente con			Intervento tipologico
			D	T	C	
V1	nastro trasportatore	altezza 7 m dal p.c., ingombro 3.5m	x			JG
V2	binari carro siluro	ingombro 1.5 m	x	x	x	demolizione e ripristino
V3	binari carro siluro	ingombro 3 m			x	ATTR
V4	binari carro siluro	ingombro 1.5 m				demoliti
V5	binari carro siluro	2 binari, ingombro 1.5 m			x	ATTR

Nel corso dell'esecuzione dei lavori l'Impresa incaricata provvederà, comunque, alla verifica dei sottoservizi interferenti con gli interventi di progetto con rilievi strumentali dedicati e indicherà, sulla base delle evidenze riscontrate, la modalità di gestione delle interferenze.

## 14 VALUTAZIONE DEL RISCHIO PRESENZA ORDIGNI BELLICI

### 14.1 Premessa

L'area portuale a terra e a mare oggetto di intervento è stata oggetto di bombardamenti aerei durante la seconda guerra mondiale e di successivi interventi di riporto antropico, di infrastrutturazione ed impiantistici; alla luce di tali evidenze in fase di redazione delle prime indicazioni per la stesura del piano di sicurezza si ritiene il rischio di ritrovamento di ordigni inesplosi non accettabile per una parte delle attività di scavo e di perforazione (a terra e a mare). La normativa prevede che nel PSC sia contenuta una valutazione del rischio bellico eseguita sulla base di analisi storiche, documentali ed eventualmente anche strumentali integrative.

Nelle fasi di indagine propedeutiche ai lavori in oggetto, eseguite durante l'esecuzione di analisi strumentali, sono emerse anomalie ferromagnetiche diffuse nei terreni analizzati evidenziate sia da un'indagine magnetometrica superficiale che da un'analisi magnetometrica conoscitiva eseguita in pozzo sfruttando i piezometri già presenti nell'area dello stabilimento. Alla luce di tale evidenza e della analisi storico-documentale sono state eseguite analisi geofisiche volte a confermare una valutazione del rischio di rinvenimento ordigni bellici accettabile nei punti di sondaggio. È stata individuata nell'esecuzione di un'analisi geoelettrica tridimensionale (tomografia elettrica ERT 3D in grado di individuare le anomalie o aree di resistività elettrica nel sottosuolo) la metodologia di indagine con minor margine di incertezza finalizzata a garantire l'assenza, al di sotto dei punti di perforazione previsti, di anomalie ferromagnetiche potenzialmente riconducibili alla presenza di sottoservizi e/o elementi interrati anomali. A tale metodologia è stata affiancata un'indagine georadar per dare ulteriore precisione alle indagini.

### 14.2 Valutazione del rischio bellico nell'ambito del Coordinamento in fase di progettazione

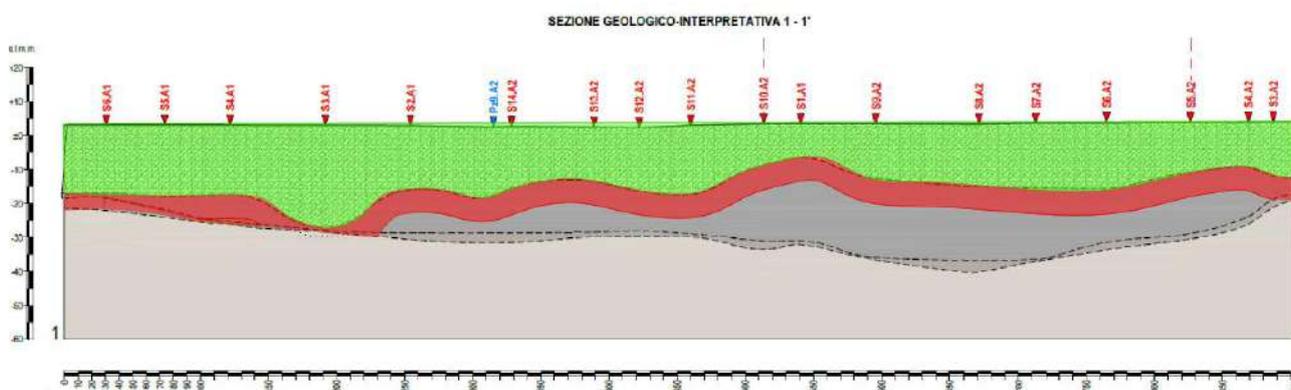
Alla luce dell'esperienza derivante dalla fase propedeutica sopra citata e delle informazioni attualmente in possesso del CSP si ritiene quindi necessario prevedere l'esecuzione della valutazione del rischio bellico. Le prime due attività previste sono l'analisi storica e quella documentale.

Con *l'analisi storica* si mira a identificare gli eventi bellici occorsi nell'area e definire le caratteristiche degli ordigni bellici potenzialmente rinvenibili. Di particolare importanza risulta essere quest'ultimo dato in quanto permette di definire una massa target ed una profondità di penetrazione necessarie alle valutazioni ed indagini successive. Verranno inoltre ricercate informazioni volte ad identificare le attività di riporto antropico con materiale arido e di risulta dell'attività industriale, la linea di costa che durante il secondo conflitto mondiale caratterizzava l'area e le batimetrie delle aree interessate dai lavori di perforazione e di scavo previsti dal progetto.

Con *l'analisi documentale* si mira ad elaborare congiuntamente i dati derivanti dall'analisi storica con le informazioni della relazione geologica e delle indagini propedeutiche con l'obiettivo di identificare per tutte le aree a terra ed a mare oggetto di intervento di perforazione e scavo, il

volume di sottosuolo compreso tra il piano di campagna o del fondo marino originario alla data degli eventi bellici e la quota inferiore di massimo circa 7 metri (calcolata sulla base della profondità di penetrazione determinata dalla relazione tra la massa target, le caratteristiche geologiche del terreno e la presenza di strati di flysch compatti). Tali valutazioni, che terranno anche conto dell'azione determinata sul fondale dall'attività di riporto antropico, permetteranno di identificare i volumi di sottosuolo terrestre e marino con rischio bellico accettabile. Conseguentemente sarà possibile identificare i volumi di sottosuolo classificabili con un rischio bellico accettabile e non accettabile.

Si riporta di seguito una sezione 1 -1 esemplificativa della fascia di banchina parco ex ghisa e parco minerali elaborata sugli elaborati della campagna di indagini integrative, in verde sono identificati i potenziali volumi a rischio bellico accettabile ed in rosso i volumi a rischio bellico non accettabile.



Alla luce delle informazioni attualmente disponibili si ritiene che i risultati attendibili dalle prime due fasi di analisi siano i seguenti:

#### Volumi di sottosuolo con rischio bellico accettabile

Per le perforazioni necessarie all'esecuzione del barrieramento e gli scavi per la posa dei drenaggi, dei collegamenti e delle fondazioni del TAF nei volumi compresi tra la quota del piano di campagna o del fondale attuali e la quota riferibile alla conclusione del periodo bellico ovvero la parte di terreno antropizzata con imbonimento strutture o impianti, ecc. non si prevedono problematiche connesse al rischio bellico.

#### Volumi di sottosuolo con rischio bellico non accettabile

Per le perforazioni necessarie all'esecuzione del barrieramento e dei 10 pozzi, per gli scavi per la posa dei drenaggi, delle condotte di mandata e delle fondazioni del TAF nei volumi compresi tra la quota del piano di campagna o del fondale riferibili alla conclusione del periodo bellico e una quota inferiore di circa 7,00 metri, salvo la presenza di strati di Flysch, non si possono escludere rischi derivanti dalla presenza di ordigni presenti a seguito dei conflitti bellici occorsi nell'area. Alla luce di tale evidenza il Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione ha l'opportunità di prevedere analisi strumentali (geofisiche) integrative per approfondire la valutazione del rischio bellico con l'obiettivo di ridurre sulla base dell'oggettività dei risultati i volumi di sottosuolo con rischio bellico non accettabile o di prevedere la bonifica preventiva del sito. Al fine di ottimizzare il risultato e limitare l'impatto sull'esecuzione dell'opera senza incidere sulla attendibilità della valutazione, si ritiene necessario prevedere percorsi distinti sulla base delle

informazioni derivanti dalle indagini preliminari e dalle caratteristiche delle opere previste. Le analisi strumentali integrative sono descritte di seguito.

Per quanto riguarda le perforazioni per il barrieramento a terra (lungo la linea di costa) i progettisti ritengono non attuabile lo scavo di scoprimiento nelle modalità previste dalla Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistemica Terrestre in quanto la profondità (circa da 10 a 27 mt sotto il piano di campagna) e la prossimità al mare ed a strutture dell'impianto siderurgico (banchine ed impianti) né impediscono di fatto l'esecuzione. È possibile prevedere analisi strumentali integrative di natura geofisica che permettano una maggiore precisione della valutazione ed identifichino percorsi liberi da interferenze con il rischio bellico o soluzioni progettuali alternative non impattanti sul volume a rischio bellico non accettabile. La committenza prevede di inserire tali analisi strumentali integrative nell'ambito dell'appalto dei lavori. Nel Piano di Sicurezza e Coordinamento verrà pertanto inserita una Procedura operativa di sicurezza volta a definire il percorso di aggiornamento della valutazione del rischio bellico durante la fase di esecuzione dell'opera con le analisi strumentali integrative. I risultati verranno condivisi con la committenza ed i progettisti per identificare le soluzioni progettuali (deviazioni percorso, modifiche del barrieramento per evitare l'impatto sulle zona a rischio, ecc.).

Per quanto riguarda i 10 pozzi (profondità 5/7 mt), gli scavi delle condotte di mandata (da pozzi a barrieramento, da barrieramento a TAF; profondità 1,00/1,50 mt) e le perforazioni per il barrieramento a mare si prevede la bonifica bellica preventiva (verifica presenza masse magnetiche ed eventuali interventi successivi di bonifica da parte delle autorità competenti) da eseguirsi nel rispetto della Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistemica Terrestre e della Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistemica Subacquea. Nel caso in cui in fase di progettazione esecutiva le attività previste dalla Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistemica Subacquea per le perforazioni a mare risultassero non realizzabili o si ritenesse conveniente identificare percorsi liberi da interferenze con il rischio bellico verrà seguito il percorso di aggiornamento della Valutazione del Rischio bellico in fase di esecuzione dei lavori con analisi strumentali integrative definite dalla Procedura Operativa di Sicurezza prevista nel Piano di Sicurezza e Coordinamento sopra citata.

## **14.3 Gestione delle problematiche connesse al rischio bellico in fase di esecuzione dei lavori**

### *14.3.1 Bonifiche belliche preventive*

I volumi di sottosuolo terrestre o marino per i quali in fase di progettazione sia stato definito un livello di rischio residuo "non accettabile", ovvero dove non si possa escludere la presenza di ordigni bellici inesplosi, (10 pozzi, scavi delle condotte di mandata, perforazioni per il barrieramento a mare) saranno oggetto di bonifica precauzionale da ordigni bellici autorizzata, da eseguirsi secondo il parere vincolante dell'A.M. competente.

La procedura amministrativa di Bonifica Bellica Sistemica è trattata nello specifico capitolo del presente documento.

L'ottenimento dell'Attestato di Bonifica Bellica vidimato permetterà l'avvio delle lavorazioni di cantiere nei terreni oggetto di bonifica.

Nel caso di parere vincolante negativo da parte dell'A.M. competente all'istanza, di impossibilità tecnica di eseguire la bonifica nel rispetto dei disciplinari tecnici (criticità per l'esecuzione degli scavi di scoprimento) e di mancato rilascio dell'Attestato di Bonifica Bellica si procederà con l'approfondimento della valutazione del rischio bellico con le Analisi strumentali integrative.

#### *14.3.2 Analisi strumentali integrative*

Come previsto dalle norme la valutazione del rischio bellico è possibile effettuare un approfondimento con analisi strumentali integrative volte ad aumentare le fonti ed i dati informativi. Si prevede, nell'ambito dei lavori, una campagna geofisica mirata all'individuazione di masse magnetiche potenzialmente riconducibili alla presenza di sottoservizi, elementi o masse anomale interrato con un'analisi geoelettrica 3D tarata sulla massa target da eseguirsi a terra e, in caso di previsione, anche a mare lungo i percorsi di progetto. Per quanto riguarda in particolare l'analisi dei volumi di sottosuolo terrestre e marino relativi al barrieramento si prevede di analizzare una fascia della larghezza di circa 5 metri (la larghezza del barrieramento nelle diverse tipologie strutturali varia da 0,4 a 0,8 mt.) al fine di avere una evidenza estesa del contesto di intervento.

Se nel volume di sottosuolo definito nel Piano di sicurezza e Coordinamento redatto in fase di progettazione con rischio bellico non accettabile le analisi strumentali evidenziassero una situazione di assenza di anomalie il volume di terreno investigato può essere considerato a rischio bellico non rilevante e nulla osterà all'avvio delle lavorazioni.

Se venissero identificati strumentalmente anomalie rientranti nelle caratteristiche del target o emergessero dati puntuali non certi, è prevista l'esecuzione di analisi strumentali localizzate di approfondimento per dare la massima leggibilità e certezza alla valutazione.

L'intervento di messa in luce per l'accertamento della natura degli oggetti con uno scavo di scoprimento come previsto dalle norme non è un percorso tecnicamente realizzabile per le motivazioni citate in precedenza.

Nel caso in cui il risultato dell'indagine geofisica identifichi all'interno della fascia analizzata un percorso privo di anomalie e compatibile con eventuali ostacoli strutturali ed impiantistici, il progetto riceverà la deviazione del tracciato del barrieramento.

Nel caso in cui l'ipotesi di cui sopra non fosse percorribile si provvederà all'esecuzione di un approfondimento strumentale nell'intorno della criticità identificata al fine di trovare un percorso alternativo privo di anomalie e compatibile con eventuali ostacoli strutturali.

Nel caso in cui le ipotesi di cui sopra non fossero percorribili verranno valutate soluzioni progettuali alternative non impattanti sul volume a rischio bellico non accettabile.

Qualora nell'esecuzione dei lavori sia prevista l'operatività di pontoni dotati di pali di stabilizzazione sarà necessario valutare la necessità di preventiva bonifica bellica subacquea o saranno valutati sistemi alternativi ancoraggio.

### 14.3.3 Sequenza operativa prevista

Alla luce delle valutazioni sopra riportate si prevede in fase di esecuzione dei lavori la seguente sequenza operativa connessa alle problematiche di rischio bellico rilevante.

Area pozzi di emungimento, area TAF e scavi tubazioni di mandata (per la parte di intervento su volumi di terreno non antropizzati ovvero a rischio non irrilevante)

Bonifica preventiva ordigni bellici a terra (180 gg previsti); ad ottenimento dell'attestato di bonifica dei lavori via libera alle lavorazioni

Fronte banchina parco fossili (aree a mare)

Tomografia elettrica ERT 3D per verifica preventiva delle condizioni del volume d'intervento: attivazione del cantiere previsti 15 giorni, acquisizione dati previsti 14 gg, elaborazione dati previsti 15 gg.

Nel caso d'identificazione di un percorso a rischio bellico non rilevante e progettualmente eseguibile nella fascia di 5 mt oggetto di analisi geofisica possono avere inizio le attività di Bonifica preventiva ordigni bellici a mare.

Nel caso di riscontro di anomalie: acquisizione ed elaborazione di nuovi dati alla ricerca di un percorso del barrieramento privo di anomalie, riaggiornamento della valutazione del rischio bellico, modifica progettuale del percorso o adozione di metodologie non impattanti sul volume a rischio. A seguire possono iniziare le attività di Bonifica preventiva ordigni bellici a mare.

Ad ottenimento dell'attestato di bonifica dei lavori via libera alle lavorazioni.

Fronte banchina parco minerali ed ex parco ghisa

Rimozione argini e cumuli interferenti (cantieri base e cantieri temporanei e mobili) previsti 7 giorni.

Tomografia elettrica ERT 3D: acquisizione ed elaborazione dati previsti 70 gg dall'inizio della lavorazione (priorità analisi a mare banchina parco fossili), aggiornamento valutazione rischio bellico previsti 5 giorni.

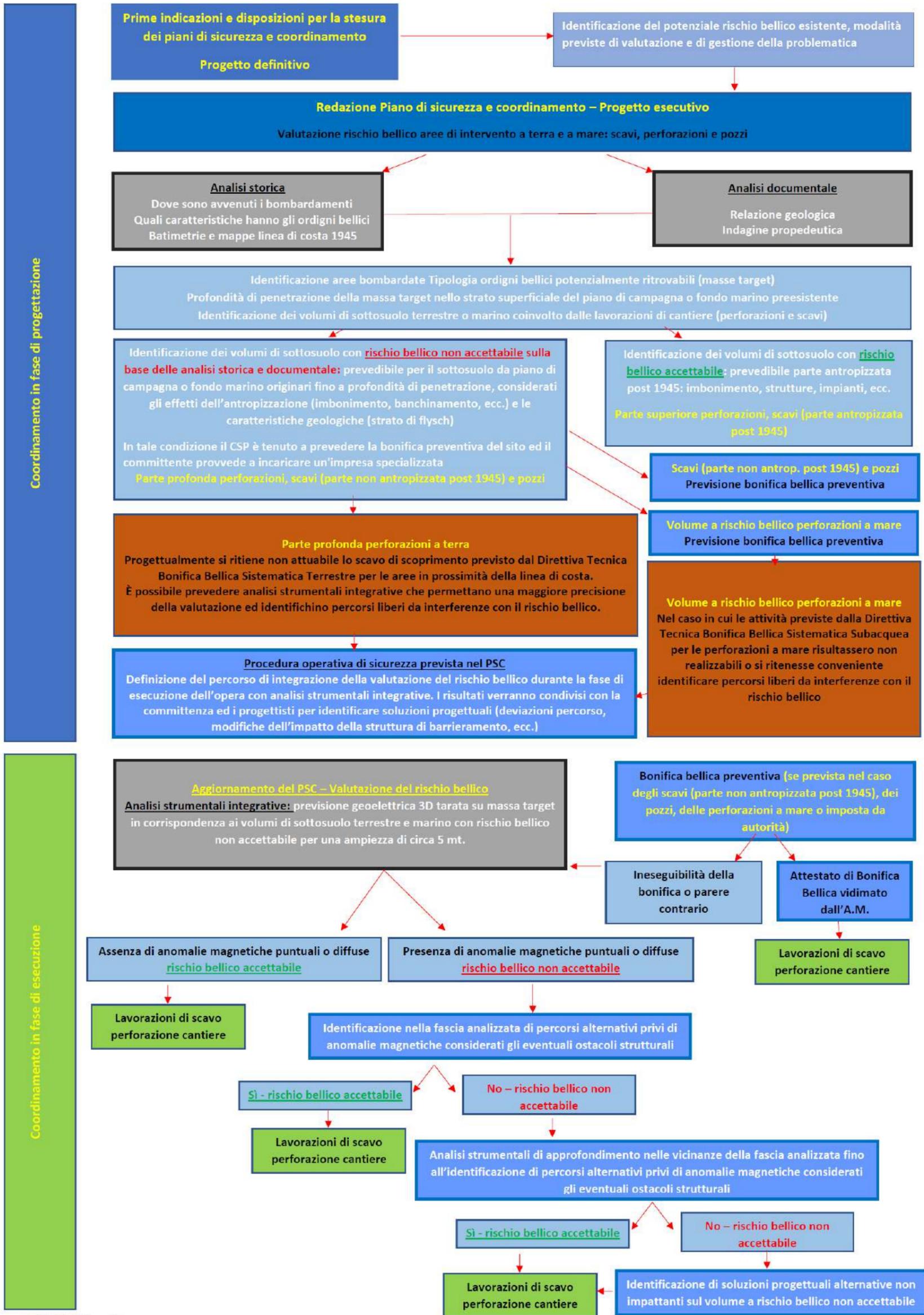
Nel caso di identificazione di un percorso a rischio bellico non rilevante e progettualmente eseguibile nella fascia di 5 mt oggetto di analisi geofisica possono avere inizio i tracciamenti e le lavorazioni di perforazione a terra (salvo richieste specifiche degli enti competenti).

Nel caso di riscontro di anomalie: acquisizione ed elaborazione di nuovi dati alla ricerca di un percorso del barrieramento privo di anomalie, riaggiornamento della valutazione del rischio bellico, modifica progettuale del percorso o adozione di metodologie non impattanti sul volume a rischio.

Eventuali maggiori sviluppi del diaframma vengono regolamentati in termini di quantità e contabili nell'ambito dell'art. 106, comma 1, lettera a) (cfr. §17.2).

Il diagramma di flusso illustra il percorso delle attività connesse alla Valutazione del Rischio Bellico, in fase di progettazione e di esecuzione. Nelle tavole CA 0700÷ CA 0702 le attività di cantiere connesse alla gestione del rischio bellico a terra e a mare.

## DIAGRAMMA DI FLUSSO VALUTAZIONE RISCHIO BELICO



## 15 CANTIERIZZAZIONE E TEMPI DI ESECUZIONE

### 15.1 Premessa

L'area di intervento coinvolge aree demaniali marittime attualmente in concessione allo stabilimento di Siderurgica Triestina, ubicato nel territorio comunale di Trieste e ricompreso all'interno del perimetro del SIN di Trieste (individuato con D.M. 18 settembre 2001 n. 468).

Le attività vengono condotte in quattro settori della Ferriera di Servola: Banchina Parco Fossile, Banchina Parco Minerali, Ex Parco Ghisa e lato Rio Primario. L'intervento prevede la realizzazione delle seguenti opere :

- barriera fisica lato mare
- trincee drenanti
- pavimentazione e vasche trattamento prima pioggia
- TAF
- sistemazione di sponda (fronte ex parco ghisa)
- barriera idraulica

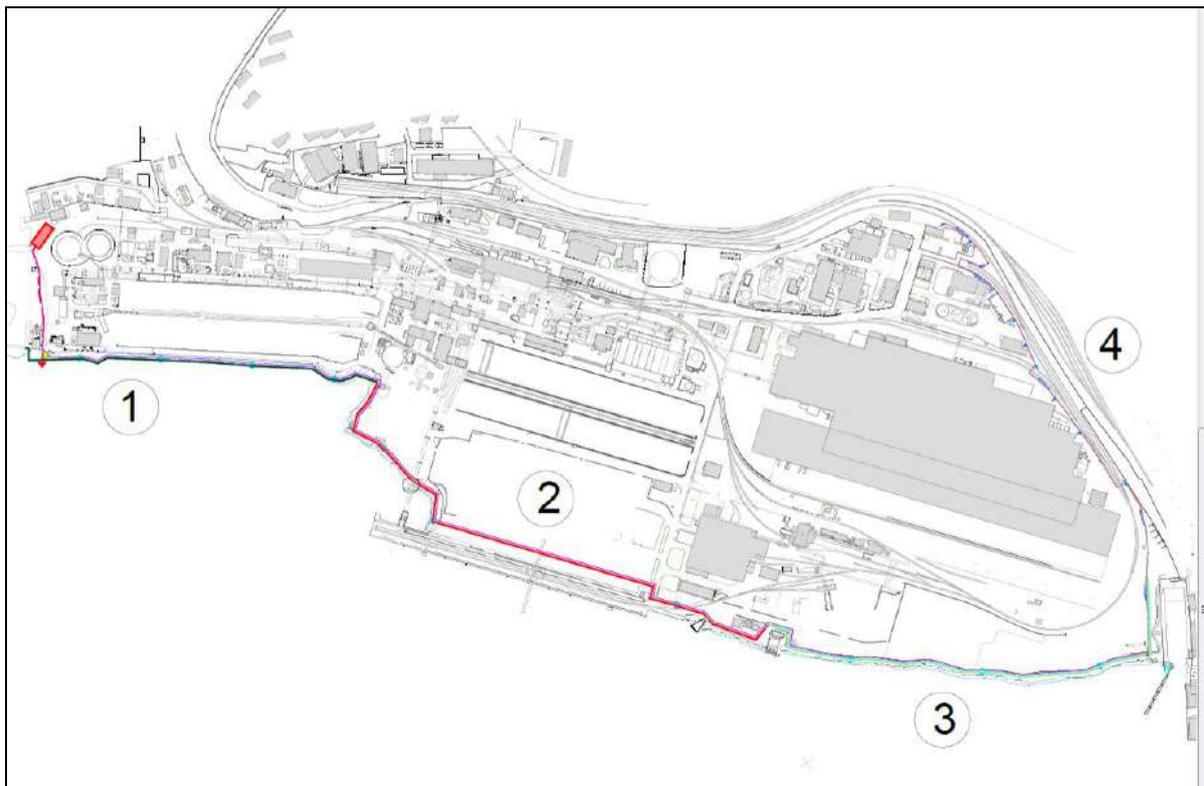


Figura 15-1: aree di intervento

Le attività si svolgeranno nei quattro sottocantieri rappresentati in figura:

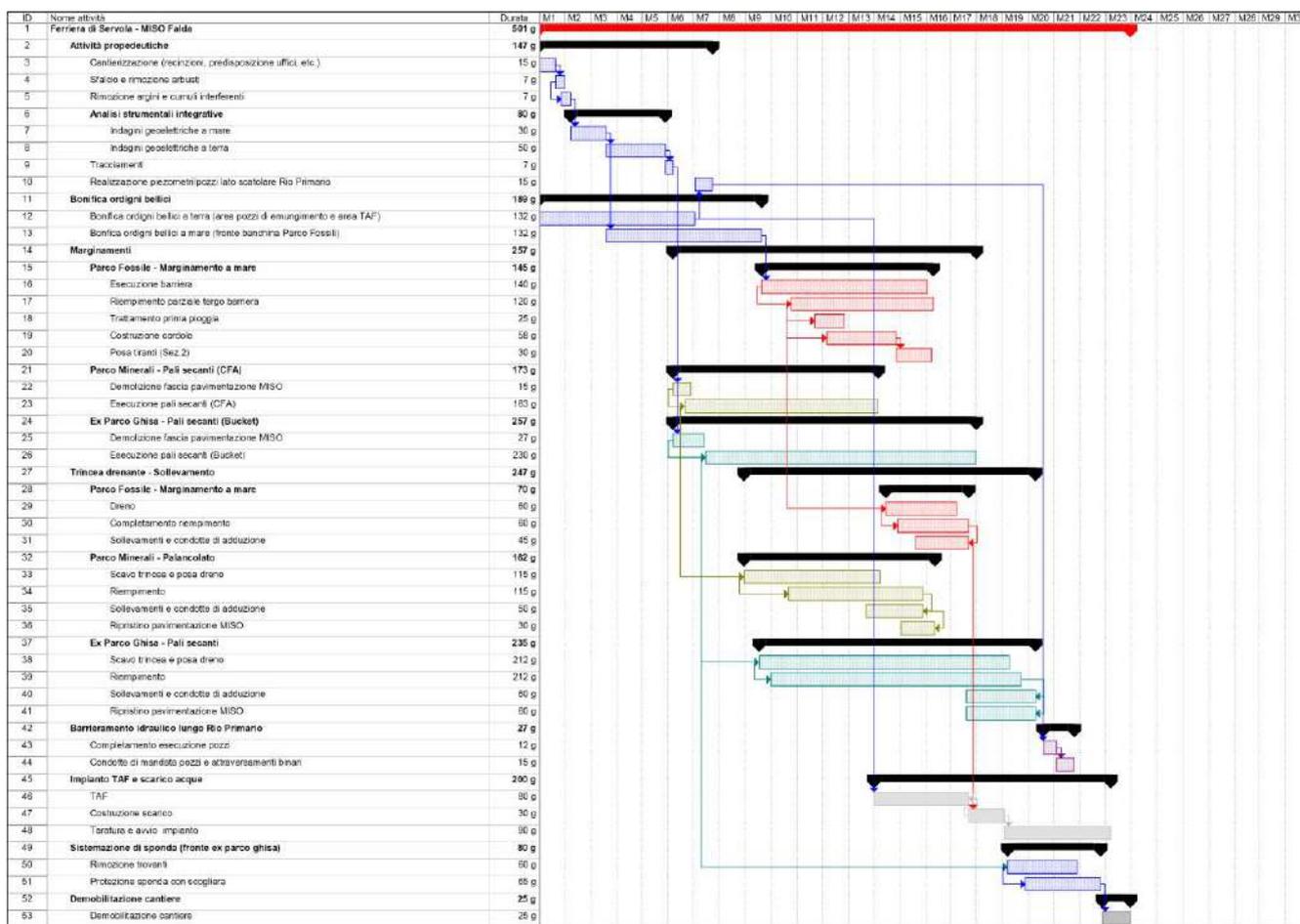
- Sottocantiere 1: Banchina parco fossili;
- Sottocantiere 2: Retrobanchina parco minerali e zone limitrofe;

- Sottocantiere 3: Sponda ex parco ghisa;
- Sottocantiere 4: Rio Primario.

In fase di progettazione esecutiva le aree di cantiere e le modalità di gestione delle interferenze con l'operatività dello stabilimento verranno approfondite e condivise con la Committenza (Invitalia), con Siderurgica Triestina (Soggetto presso o in prossimità del quale dev'essere eseguito il contratto) e con gli altri soggetti competenti (AdSP MAO, Autorità Marittima, ecc.). Per quanto riguarda l'occupazione degli specchi acquei antistanti le banchine dello stabilimento nelle zone 1 (parco fossili) e 3 (ex parco ghisa), l'estensione delle aree e le modalità di segnalazione delle stesse saranno oggetto di confronto ed eventuale autorizzazione da parte delle autorità competenti e soggetti portuali coinvolti (Autorità Marittima, AdSP MAO, Piloti, ecc.).

## 15.2 Tempi di esecuzione

Il cronoprogramma dei lavori per singola fase di attività omogenea è riportato nel diagramma di Gantt di cui all'elaborato Crp 0071.



I lavori hanno una durata prevista di 700 gg naturali e consecutivi (501 giorni naturali), pari a circa 23 mesi, comprensiva dei sei mesi stimati, prima dell'avvio dei lavori, per il conseguimento

della certificazione di avvenuta bonifica ordigni bellici nelle aree interessate dagli interventi a terra e a mare.

## 15.3 Esecuzione lavori in presenza di attività produttive

### 15.3.1 Aree di cantiere

Tutti gli aspetti della cantierizzazione sono stati progettati considerando la necessità di conciliare al meglio le esigenze dei lavori oggetto del presente appalto con l'operatività dello stabilimento di Siderurgica Triestina.

È prevista, infatti, la realizzazione di un cantiere base e di due cantieri satelliti che resteranno operativi per tutta la durata dell'intervento e dei cantieri per l'esecuzione dei lavori che si svilupperanno in funzione dell'avanzamento delle opere con consegne frazionate al fine di minimizzare l'impatto del cantiere sull'operatività dello stabilimento.

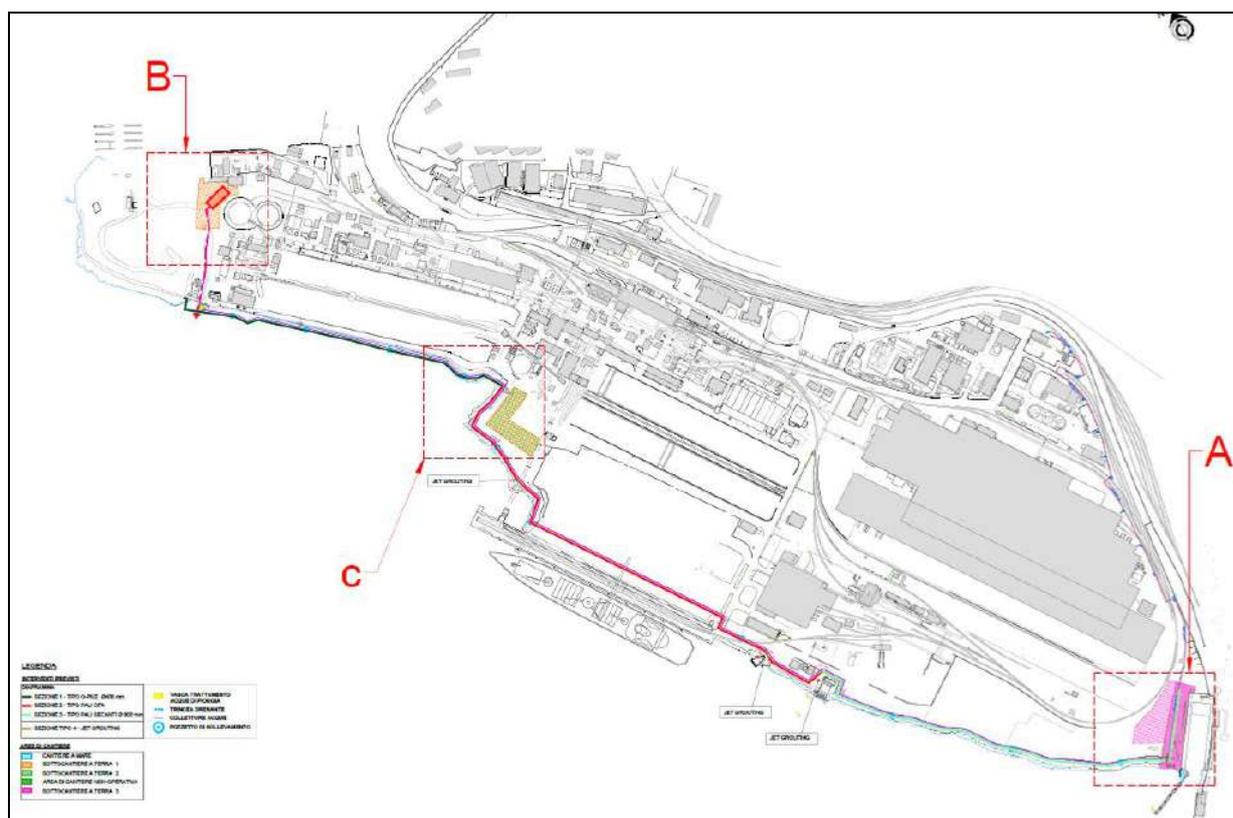


Figura 15-2: cantiere principale (A) e cantieri satelliti (B e C)

La rappresentazione grafica delle condizioni di cantiere è riportata nelle tavole, dalla CA 0703 alla CA 0710. Si rimanda alla *Relazione sulla cantierizzazione dei lavori* (RCL 0070) per la descrizione dettagliata delle sequenze di cantierizzazione.

### 15.3.2 Accessibilità alle aree di intervento

In accordo con Siderurgica Triestina sarà utilizzata la viabilità dello stabilimento per raggiungere le aree di cantiere e per le movimentazioni dei mezzi e dei materiali. Nel caso di interferenza tra l'area cantierizzata e la viabilità di stabilimento, sarà garantito, ove possibile, lo spazio necessario alla circolazione dei mezzi d'opera dello stabilimento; qualora questo non fosse possibile, verrà concordato con i responsabili di Siderurgica Triestina una modifica e temporanea della viabilità di stabilimento.

La progettazione dei cantieri operativi dei sottocantieri 1, 3 e 4 ha richiesto attenzione ma è risultata di più semplice gestione interessando in maniera limitata le aree produttive dell'impianto. Decisamente di maggior complessità risulta la gestione dell'area del sottocantiere 2 in corrispondenza della banchina di carico/scarico.

La progettazione per i cantieri operativi dell'area del sottocantiere 2 (lato ovest parco minerali, retro banchina parco minerali, lato est viabilità verso ex piazzale ghisa), risulta la più delicata. Questa comporta le maggiori interferenze con l'operatività dello stabilimento e deve tener conto della possibile presenza di navi e delle operazioni di carico/scarico e movimentazione delle merci nel retrobanchina. Questa condizione comporterà necessariamente di volta in volta una valutazione dell'operatività di cantiere in rapporto alle operazioni di carico scarico in atto e previste.

L'operatività dello stabilimento nell'area del retrobanchina parco minerali è difficile da prevedere a priori, sia a livello di arrivi/partenze delle navi che a livello di movimentazione del materiale. Le analisi riportate nel presente documento tengono conto di una disponibilità dell'area, in assenza di navi in banchina, limitata al 35% del tempo, dato riscontrato dalla sequenza di navi in banchina comunicata da Siderurgica Triestina per il 2018.

Per questa zona di intervento sono state previste più aree di cantiere su cui poter operare al fine di garantire aree di lavorazione all'impresa nel momento in cui quelle di retrobanchina sono interdette per la presenza di interferenze non gestibili con l'operatività portuale dello stabilimento.

Per fare fronte alla ridotta fruibilità temporale della zona del retrobanchina ed assicurare i tempi di esecuzione dell'intervento, si prevede che le lavorazioni possano avere luogo anche con turni notturni.

Le modalità di accesso e di impiego delle aree dovranno essere condivise prima dell'avvio dei lavori con Siderurgica Triestina per minimizzare l'impatto degli interventi sulle attività produttive e contestualmente assicurare la realizzazione nei tempi preventivati degli interventi.

## 15.4 Sequenze di cantiere

Per ciascuno dei sottocantieri nella Relazione sulla cantierizzazione dei lavori (RCL 0070) e negli elaborati grafici CA 0703÷CA 0710, sono descritte le sequenze di cantierizzazione. Per il sottocantiere 2, retrobanchina parco minerali e aree limitrofe, date le particolari criticità rappresentate, le sequenze di cantierizzazione sono state sviluppate in due diverse condizioni: 1. Banchina libera; 2. Banchina con nave in accosto e scarico in corso.

Per approfondimenti e dettagli delle sequenze di cantierizzazione si rimanda agli elaborati indicati.

Tutte le procedure descritte andranno necessariamente condivise con Siderurgica Triestina prima dell'avvio dei lavori e possibilmente già in fase di progettazione esecutiva.

## **16 PIANO DI MONITORAGGIO**

### **16.1 Piano di monitoraggio ambientale**

Il documento "PMA 0093 Progetto di monitoraggio ambientale", cui si rimanda per i dettagli, tratta le attività di monitoraggio previste per tutte le fasi dell'opera:

- Ante operam (AO) – fase precedente la cantierizzazione e fasi preliminari di cantierizzazione, precedenti alla costruzione delle opere di progetto;
- In Corso d'opera (CO) - periodo che include le fasi di cantiere e di realizzazione dell'opera:
  - allestimento del cantiere e lavori per la realizzazione dell'opera,
  - rimozione e smantellamento del cantiere,
  - ripristino dell'area di cantiere,

necessari alla verifica dell'assenza di effettivi significativi negativi durante la realizzazione delle opere di progetto, sia per le matrici ambientali considerati che per la salute dei lavoratori.

Le componenti ambientali oggetto di monitoraggio sono le seguenti:

- Atmosfera (qualità dell'aria, meteorologia);
- Rumore;
- Acque superficiali/marine;
- Suolo e sottosuolo/acque di falda;
- Salute dei lavoratori.

Il quadro sinottico successivo riepiloga tutte le attività che il progetto intende eseguire, in termini di matrici monitorare, fasi (ante operam, post operam, frequenze e stazioni di campionamento).

Per i dettagli si rimanda al PMA 0093 Progetto di monitoraggio ambientale.

ATTIVITA' DI MONITORAGGIO PREVISTE NEL PROGETTO DEFINITIVO

n.	Componente ambientale	Parametri	Limiti di riferimento	N. stazioni	Tipo di stazione	Fase	Durata e frequenza
<b>1 ATMOSFERA</b>							
Qualità dell'aria		SO2, NO, NO2, CO, C6H6, toluene, PM10	-	2	fissa	AO	una tantum prima dell'inizio del cantiere (il "bianco" di cantiere), per 1 settimana su due punti
		SO2, NO, NO2, CO, C6H6, toluene		1	fissa o mobile	CO	rilevi mensili campionamento per una settimana
Meteorologia		direzione e velocità del vento temperatura umidità dell'aria pressione atmosferica precipitazioni	-	-	registrazione dati dall'Osservatorio Meteo Regionale del FVG	AO	una tantum prima dell'inizio del cantiere (il "bianco" di cantiere), per 1 settimana, in corrispondenza dei rilievi della qualità dell'aria
		direzione e velocità del vento temperatura umidità dell'aria pressione atmosferica precipitazioni		-	registrazione dati dall'Osservatorio Meteo Regionale del FVG	CO	registrazione dati nel periodo di rilevamento qualità dell'aria
<b>2 RUMORE</b>							
Rumore		- caratterizzazione sorgenti sonore - Leq in un'ora - Leq nel periodo diurno - Leq nel periodo notturno	-	1	fisso o mobile	AO	una tantum prima dell'inizio del cantiere, per 1/2 settimane
		- Leq in un'ora - Leq nel periodo diurno - Leq nel periodo notturno		1	fisso o mobile	CO	1 giorno al mese per tutta la durata del cantiere
<b>3 ACQUE SUPERFICIALI/MARINE</b>							
Qualità delle acque marine (da TAF)		parametri Tabella 3, All 5, Parte III	Tabella 3, All 5, Parte III	1	nel punto di scarico dall'impianto TAF	AO	3 campagne nell'arco di una settimana nel punto di scarico dell'impianto TAF
		parametri Tabella 3, All 5, Parte III	Tabella 3, All 5, Parte III	1	nei pozzetti a monte e valle dell'impianto dall'impianto TAF	CO	monitoraggi previsti dalla fase di commissioning, in/out TAF, 1 analisi alla settimana per 3 mesi sulle due linee del TAF
Qualità acque superficiali per realizzazione marginamento		Torbidità	Tabella 3, All 5, Parte III	1	monitoraggi durante la realizzazione della protezione di sponda	CO	monitoraggio in continuo, scarichi settimanali
<b>4 ACQUE SOTTERRANEE</b>							
Monitoraggio in continuo livelli piezometrici, piezometri Rio Primario		livelli piezometrici	-	1	nei 4 piezometri di nuova realizzazione e in 6 piezometri esistenti	CO	monitoraggio in continuo, scarichi trimestrali
Qualità acquedottanee		parametri tab.2 acque sotterranee	Tabella 2, All 5, Parte IV	1	nei 4 piezometri di nuova realizzazione	CO	campagne trimestrali per un anno
<b>5 SALUTE DEI LAVORATORI</b>							
Qualità dell'aria		VOC, polveri totali, polveri respirabili	TLV-STEL, TLV-TWA		presso le baracche di cantiere in cabina del mezzo più esposto	AO	un bianco di cantiere per ogni giornata di monitoraggio
		VOC, polveri totali, polveri respirabili	TLV-STEL, TLV-TWA		presso le baracche di cantiere in cabina del mezzo più esposto	CO	2 volte/d (mattino e pomeriggio), per 2 volte a settimana o per 2 postazioni, per l'intera durata delle lavorazioni che possono comportare criticità per i lavoratori

## 16.2 Monitoraggio dell'efficacia delle misure adottate

Il documento "Pmiso 0094 Piano di monitoraggio dell'efficacia delle misure adottate" definisce le attività di monitoraggio periodico da effettuare durante la fase operativa dei lavori di marginamento e trattamento delle acque di falda contaminate, per la verifica dell'efficacia delle misure adottate per la MISO.

In sostanza vengono elencate tutte le misure da effettuare durante la "fase post operam" del progetto di "messa in sicurezza della Ferriera di Servola (Trieste) attraverso interventi di marginamento fisico dell'area demaniale in concessione e di trattamento delle acque di falda contaminate". Tale monitoraggio si intende effettuato per tutta la durata della fase operativa dell'impianto siderurgico, ovvero fino a diversa indicazione da parte degli Enti preposti al controllo.

Le componenti ambientali oggetto di monitoraggio per la fase post operam sono le seguenti:

- Acque superficiali/marine;
- Acque sotterranee.

Il monitoraggio sulla matrice ambientale acque superficiali/marine riguarderà la qualità chimico - fisica delle acque marine in relazione allo scarico dell'impianto TAF. Verranno monitorate sia le acque in ingresso che le acque di scarico dall'impianto TAF, per la verifica della conformità ai limiti di riferimento (Tabella 3, Allegato 5 alla Parte III del d.lgs.152/06 e ss.mm.ii), a seguito del trattamento delle acque di falda provenienti dalle attività di messa in sicurezza.

La conformità degli scarichi alla normativa di settore e la verifica delle concentrazioni in ingresso e in uscita, che permetterà il confronto IN/OUT per il riscontro dell'effettivo abbattimento dei contaminanti, attesteranno l'efficacia dei sistemi di trattamento delle acque contaminate.

Per le acque sotterranee si prevede di mantenere il monitoraggio chimico sui n.4 piezometri di controllo nella zona del nuovo Rio Primario, già monitorati in corso d'opera, per la verifica delle caratteristiche chimiche e l'eventuale parzializzazione della barriera attiva (nella sua totalità) per il bypass dall'impianto TAF delle acque pompate qualora di buona caratteristiche analitiche.

La raccolta di informazioni avverrà ad intervalli regolari, nell'arco di tutto il periodo operativo della MISO: è prevista la frequenza trimestrale sui 4 piezometri.

## 17 QUADRO ECONOMICO E STIMA DELL'INTERVENTO

### 17.1 Quadro economico e stima dell'intervento

Messa in sicurezza della Ferriera di Servola (Trieste) attraverso interventi di marginamento fisico dell'area demaniale in concessione e di trattamento delle acque di falda contaminate

#### QUADRO A - Importo Lavori

note

<b>A.1) Indagini e monitoraggi</b>	€	<b>854 192,78</b>	
A.1.1 Indagini e monitoraggi	€	817 545,07	*
A.1.2 Oneri della sicurezza non soggetti a ribasso	€	36 647,71	
<b>A.2) Opere di marginamento e trattamento falda</b>	€	<b>28 595 337,21</b>	
A.2.1 Opere propedeutiche, VRB e bonifica ordigni bellici	€	353 668,59	
A.2.2 Realizzazione impianto TAF e opere accessorie	€	1 613 785,30	
A.2.3 Impianti elettrici e idraulici	€	390 094,29	
A.2.4 Marginamento fisico	€	17 066 226,44	
A.2.5 Trincea drenante e impianti di sollevamento	€	822 345,00	
A.2.6 Movimenti Terra	€	5 198 191,36	
A.2.7 Difese di sponda	€	402 189,07	
A.2.8 Pavimentazioni	€	1 455 587,16	
A.2.9 Monitoraggi Ambientali e analisi	€	420 000,00	
A.2.10 Oneri della sicurezza non soggetti a ribasso	€	873 250,00	
<b>A) - TOTALE QUADRO A</b>	€	<b>29 449 529,99</b>	

#### QUADRO B) - Somme a disposizione dell'Amministrazione

B.1 IVA su quadro A (aliquota agevolata al 10%)	€	2 944 953,00	
B.2 Spese tecniche	€	3 241 763,48	
B2.1 importo a base d'asta incarico di progettazione definitiva, esecutiva esecuzione rilievi	€	1 308 406,80	*
B2.2 importo a base d'asta incarico di Direzione Lavori e CSE	€	1 130 072,94	*
B2.3 importo a base d'asta incarico di Direzione Lavori del contratto delle indagini	€	54 038,62	*
B2.4 importo a base d'asta per incarico di Verifica del progetto definitivo e esecutivo	€	297 745,12	*
B2.5 Corrispettivi Commissioni giudicatrici	€	91 500,00	**
B2.6 Corrispettivi Commissioni di collaudo	€	360 000,00	*
B.3 CNPAIA su b.2	€	143 299,51	
B.4 Attività di validazione ARPA FVG	€	160 000,00	
B.5 Oneri accessori per gare pubbliche (pubblicità gara, ANAC)	€	70 000,00	
B.6 Imprevisti e modifiche contrattuali ex art. 106, comma 1, lettera a)	€	2 546 395,89	
B.7 Accantonamento art. 113 del D.LGS. 50/2016	€	147 247,65	
B.8 IVA su B.2, B.3, B.4, B.5, B.6, B.7 (aliquota agevolata al 10%)	€	630 870,65	
<b>B) - Totale QUADRO B</b>	€	<b>9 550 470,01</b>	

Importo complessivo investimento A) + B)

**€ 39 000 000,00**

note: \* importi al lordo dei ribassi di gara da recuperare a valle della conclusione del contratto  
\*\* corrispettivi DM 12 febbraio 2018

Il parere Agenzia delle Entrate relativo all'interpello 954-429/2016 conferma che "(...) l'aliquota ridotta del 10 per cento di cui ai numeri 127-quinquies e 127-septies della Tabella A, Parte III,

allegata al d.P.R. n. 633 del 1972, prevista per le "opere, costruzioni e impianti destinati alla bonifica" ai sensi dell'articolo 4, secondo comma, lett. g), della legge n. 847 del 1964, sia applicabile anche alle operazioni di costruzione di un barrieramento fisico fronte mare dell'area demaniale in concessione e trattamento delle acque di falda contaminate, mediante la realizzazione di un nuovo impianto di depurazione".

Nel quadro economico sopra riportato viene quindi indicata sui lavori l'IVA agevolata al 10%.

## **17.2 Applicazione art. 106 comma 1, lettera a) del d.lgs 50/2016**

Nella redazione della documentazione amministrativa del progetto esecutivo che sarà posta a base gara, si ricorrerà all'applicazione dell'art. 106 comma 1, lettera a) del d.lgs 50/2016, limitatamente agli aspetti di possibili modifiche riconducibili a condizioni specifiche locali che saranno riportate *"in clausole chiare, precise e inequivocabili"*. Tali clausole dovranno fissare *"la portata e la natura di eventuali modifiche nonché le condizioni alle quali esse possano essere impiegate"*.

Si intende applicare il comma alla realizzazione del diaframma ed alle diverse tecnologie previste per la sua costruzione.

Localmente, in funzione delle condizioni del terreno, si prevede che la realizzazione del diaframma con pali secanti costruiti con tecnologia ad elica continua (CFA), adottata nell'area del parco minerali perché più rapida, possa non essere eseguibile. Si stima, quindi, che la tecnologia CFA possa venire sostituita da sistema wall pile (tipo O-Pile o similare) per un 20% e con pali secanti realizzati con tecnica tradizionale con bucket e controtubo per la stessa percentuale.

La variazione di tecnologia di esecuzione del diaframma comporta delle variazioni anche di altre lavorazioni ad esse correlate: scapitozzature teste pali; smaltimenti; riutilizzi/forniture; naturale non idoneo a reimpiego.

Ulteriori elementi che possono essere oggetto di modifica sono relative alla barriera idraulica di pozzi, che a seguito dei monitoraggi previsti dal progetto può essere oggetto di variazione (ad esempio necessità di aumentare il n° di pozzi, ovvero aumentare le portate da raccogliere, con conseguente variazione della rete idraulica).

L'art. 106 sarà applicato anche nell'ambito della gestione del rischio bellico, qualora in presenza di anomalie magnetiche lungo il tracciato del barrieramento, se ne dovesse modificare localmente il percorso o qualora, nell'impossibilità di modificare il percorso per impedimenti in superficie, condizione in realtà scarsamente probabile, si dovesse prevedere localmente la realizzazione del barrieramento previsto ad una profondità minore e completare con iniezioni di jet grouting colonnare la continuità del diaframma fino alla profondità prevista mantenendo una distanza di sicurezza dall'anomalia registrata con la mirata disposizione: inclinazione e punto di partenza, delle colonne di jet grouting.

## **18 OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI DELLO SCREENING VIA**

La procedura di autorizzazione e di approvazione dell'intervento è sulla base dell'art. 252-bis del D.Lgs. n. 152/06 per i "Progetti integrati di messa in sicurezza o bonifica, e di riconversione industriale e sviluppo economico produttivo".

L'art.252 bis prevede che il progetto venga approvato con decreto di concerto tra MATTM e MISE sulla scorta di pareri della Conferenza dei Servizi a cui partecipano: i firmatari dell'AdP, il proponente e altri eventuali organi di controllo. I commi 8 e 9 stabiliscono che il decreto di approvazione sostituisce tutti i pareri/nulla a meno della valutazione di impatto ambientale.

È stata quindi attivata la procedura di verifica VIA, in quanto l'intervento ricade tra quelli di cui alla lettera n), Allegato IV alla Parte II del D.Lgs. 152/06, ovvero:

### 8. Progetti di infrastrutture:

- o) opere costiere destinate a combattere l'erosione e lavori marittimi volti a modificare la costa, mediante la costruzione di dighe, moli ed altri lavori di difesa del mare;

con riduzione percentuale della soglia ai sensi del DM 52/2015 in riferimento al criterio: "Localizzazione dei progetti: "zone costiere" - "territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 m dalla linea di battigia, anche per terreni elevati sul mare";

La verifica di assoggettabilità si è conclusa con parere favorevole e non assoggettabilità alla VIA, con Decreto n° 2046/AMB del 10.05.2019 della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e con l'adozione delle seguenti prescrizioni:

1. *"Va evitato il crearsi di una discontinuità tra il diaframma qui esaminato ed il sistema di barriera previsto nell'ambito del primo stralcio della Piattaforma Logistica al fine di evitare varchi, attraverso i quali potrebbero mantenersi i flussi di scambio tra acquifero inquinato ed ambiente marino;*
2. *Va prevista la parzializzazione della rete di adduzione delle acque al TAF che consenta di escludere dal trattamento le acque che non risultino più contaminate a giudizio degli Enti preposti al controllo, al fine di evitare costi non dovuti e spreco delle risorse energetiche;*
3. *Va previsto il campionamento tramite pozzetto di ispezione delle acque trattate immediatamente all'uscita dell'impianto TAF, per la verifica del rispetto dei limiti previsti dalla Tabella 3, Allegato 5, Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..*
4. *In fase di cantiere va gestita la movimentazione dei mezzi da e per il cantiere, evitando le ore di punta, per non sovraccaricare troppo la viabilità locale di collegamento e, dove possibile, vanno utilizzate vie di rifornimento alternative alla viabilità ordinaria, quali treno o nave, per diminuire i sovraccarichi a carico della rete stradale;*
5. *durante i lavori di costruzione della barriera, e soprattutto di sistemazione spondale nell'area dell'ex parco ghisa vanno impiegati dispositivi mobili per la prevenzione della eventuale dispersione di torbida in mare, a complemento delle modalità esecutive previste;*

6. *Nello scavo e movimentazione dei materiali scavati per la realizzazione delle opere di progetto, nell'ottemperare a quanto stabilito dal Titolo V del D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120, dovrà essere posta particolare cura nell'individuare ed attuare modalità operative atte ad evitare la dispersione aerea di polveri. Inoltre tutti i materiali scavati, anche quelli provenienti da orizzonti naturali e non solo di riporto, devono essere verificati alla luce della normativa vigente."*

Il progetto nelle sue parti specifiche, da risposta a ciascuna prescrizione, e in particolare:

1. Discontinuità del diaframma: la continuità del diaframma dovrà essere garantita in fase di esecuzione sia con il 1° stralcio della Piattaforma Logistica, sia per i sottoservizi interferenti con il diaframma che devono essere mantenuti attivi. Il Ddp0060 Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici del progetto, identifica le modalità di realizzazione delle opere, tenendo conto anche di tale aspetto;
2. Parzializzazione delle acque al TAF: si vedano gli elaborati "RPB\_PS 0040 Relazione messa in sicurezza operativa delle acque di falda" e "Pmiso 0094 Piano di monitoraggio dell'efficacia delle misure adottate";
3. Campionamento fiscale TAF: si faccia riferimento al "PMA 0093 Progetto di monitoraggio ambientale" e all'elaborato grafico "BO-PS 0413 Impianto TAF", che individuano le modalità e i punti di campionamento;
4. Carichi sulla viabilità in fase di cantiere: si da atto che, come riportato nello Studio Preliminare Ambientale del progetto, il cantiere dovrà mettere in atto le seguenti mitigazioni:
  - a. la gestione dei flussi di traffico da e per il cantiere, deve essere ottimizzata cercando di coordinare e razionalizzare i flussi, nell'ambito delle attività di cantiere;
  - b. la movimentazione dei mezzi da/per il cantiere, deve avvenire evitando le ore di punta, per non sovraccaricare troppo la viabilità locale di collegamento;
  - c. deve essere preferito l'utilizzo, dove possibile, di vie di rifornimento alternative alla viabilità ordinaria, via treno o nave, per diminuire i sovraccarichi della rete
5. Prevenzione della dispersione di torbida in mare: confronta PMA 0093 Progetto di monitoraggio ambientale, che identifica l'utilizzo di panne e le modalità di monitoraggio della torbidità;
6. Modalità gestione terre da scavo: si veda la relazione RGm 0091 Relazione sulla gestione dei materiali, che identifica le modalità di gestione del materiale di risulta dalle attività di progetto.

## 19 ELENCO DEGLI ELABORATI COSTITUENTI IL PROGETTO

		Messa in sicurezza della Ferriera di Servola: marginamento fisico dell'area demaniale in concessione e trattamento delle acque di falda Progetto Definitivo						
					data			
					27/05/2019			
ELABORATI DESCRITTIVI								
cod.elab.		titolo	rev.	data	eseguito	controllato	approvato	
EE	0000	Elenco elaborati	01	19/06/2019	vari	L. Dalla Valle	A. Susani	
RG	0010	Relazione generale	01	19/06/2019	vari	V. Roso	A. Susani	
Rid	0020	Relazione idrologica ed idraulica	00	27/05/2019	M. Bogoni	F.Zennaro	F.Zennaro	
RGigs	0021	Relazione geologica geotecnica sismica	00	27/05/2019	vari	L. Dalla Valle	A. Susani	
RGldr	0022	Modello Idrogeologico	01	19/06/2019	A.Borgia	A.Borgia	A.Borgia	
RCs	0023	Relazione di calcolo delle strutture - Bachina fronte parco fossile	00	27/05/2019	L. Dalla Valle	A.Susani	A.Susani	
RA	0025	Relazione archeologica	00	27/05/2019	F.Zannovello	P. Sfameni	A.Susani	
Pri	0030	Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze	00	27/05/2019	L.Dalla Valle	A.Susani	A.Susani	
RPB_PS	0040	Relazione messa in sicurezza operativa delle acque di falda	01	19/06/2019	vari	V. Roso	A.Susani	
Rps	0041	Relazione di protezione della sponda	00	27/05/2019	L.Dalla Valle	A. Susani	A. Susani	
Rcie	0043	Relazione di calcolo degli impianti elettrici e speciali	00	27/05/2019	E. Osti	D. Turolla	A. Susani	
Rtie	0044	Relazione tecnica impianti elettrici e speciali	00	27/05/2019	E. Osti	D. Turolla	A. Susani	
QE	0050	Quadro Economico	01	19/06/2019	V. Roso	A. Susani	A. Susani	
EPU	0051	Elenco prezzi unitari	01	19/06/2019	L. Dalla Valle	V. Roso	A. Susani	
AP	0052	Analisi prezzi	01	19/06/2019	L. Dalla Valle	V. Roso	A. Susani	
CME	0053	Computo Metrico Estimativo	01	19/06/2019	L. Dalla Valle	V. Roso	A. Susani	
Ddp	0060	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici	01	19/06/2019	vari	V.Roso	A. Susani	
RCL	0070	Relazione sulla cantierizzazione dei lavori	01	19/06/2019	BenciGobbesso	A.Guidolin	A.Susani	
Crp	0071	Cronoprogramma dei lavori	01	19/06/2019	vari	V. Roso	A. Susani	
PSC	0080	Aggiornamento del documento contenente le prime indicazioni per la stesura dei piani della sicurezza	01	19/06/2019	A.Guidolin	A.Guidolin	A. Susani	
RGm	0091	Relazione sulla gestione dei materiali	01	19/06/2019	V. Roso	V. Roso	V. Roso	
Rpa	0092	Relazione paesaggistica	00	27/05/2019	A.Tamasan	A. Tamasan	A.Susani	
PMA	0093	Progetto di monitoraggio ambientale	01	19/06/2019	V. Roso	V. Roso	A.Susani	
Pmiso	0094	Piano di monitoraggio dell'efficacia delle misure adottate	00	27/05/2019	V. Roso	V. Roso	A.Susani	
RDOG	0095	Relazione sulla Determinazione degli oneri gestionali	01	19/06/2019	V. Roso	V. Roso	A.Susani	

Messa in sicurezza della Ferriera di Servola: marginamento fisico dell'area demaniale in concessione e trattamento delle acque di falda Progetto Definitivo												
data												
27/05/2019												
ELABORATI GRAFICI												
cod.elab.	titolo						rev.	data	eseguito	controllato	approvato	
<b>Elaborati grafici di inquadramento</b>												
IN	0101	Planimetria di inquadramento dell'intervento nel Porto di Trieste						00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
IN	0102	Inquadramento dell'intervento nel PRG vigente						00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
IN	0103	Inquadramento dell'intervento nel PRP vigente						00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
IN	0104	Inquadramento dell'intervento nel SIN Trieste						00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
IN	0105	Inquadramento dell'intervento nella rete "Natura 2000"						00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
IN	0106	Planimetria sottoservizi						00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
IN	0107	Rete di raccolta acque superficiali 1 di 3						00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
IN	0108	Rete di raccolta acque superficiali 2 di 3						00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
IN	0109	Rete di raccolta acque superficiali 3 di 3						00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
IN	0110	Pavimentazione MISO Suoli						00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
IN	0111	Ricostruzione geomorfologica della linea di costa 1 di 2						00	27/05/2019	F.Zannovello	P.Stameni	A.Susani
IN	0112	Ricostruzione geomorfologica della linea di costa 2 di 2						00	27/05/2019	F.Zannovello	P.Stameni	A.Susani
<b>Elaborati grafici geologico-geotecnici</b>												
GEO	0201	Planimetria di ubicazione delle indagini geognostiche pregresse						00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
GEO	0202	Planimetria di ubicazione dei sondaggi e dei piezometri integrativi e dei piezometri esistenti attivi						00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
GEO	0203	Sezioni geologico-interpretative della campagna integrativa						00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
GEO	0204	Sezione geologico-interpretativa su asse diaframma 1 di 2						00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
GEO	0205	Sezione geologico-interpretativa su asse diaframma 2 di 2						00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani

Elaborati grafici topografia							
TP	0301	Planimetria generale	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0302	Planimetria di rilievo 1/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0303	Planimetria di rilievo 2/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0304	Planimetria di rilievo 3/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0305	Planimetria di rilievo 4/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0306	Planimetria di rilievo 5/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0307	Planimetria di rilievo 6/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0308	Planimetria di rilievo 7/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0309	Planimetria di rilievo 8/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0310	Planimetria di rilievo 9/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0311	Planimetria di rilievo 10/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0312	Planimetria di rilievo 11/11	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0314	Sezioni longitudinali 1/4	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0315	Sezioni longitudinali 2/4	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0316	Sezioni longitudinali 3/4	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0317	Sezioni longitudinali 4/4	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0320	Sezioni lungo la costa 1/7	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0321	Sezioni lungo la costa 2/7	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0322	Sezioni lungo la costa 3/7	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0323	Sezioni lungo la costa 4/7	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0324	Sezioni lungo la costa 5/7	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0325	Sezioni lungo la costa 6/7	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
TP	0326	Sezioni lungo la costa 7/7	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani

Elaborati grafici bonifica terreni e acque di falda							
BO-PS	0401	Planimetria ubicazione piezometri attivi	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	0402	Risultati analisi caratterizzazione 2005-2008	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	0403	Risultati analisi Siderurgica Triestina campagne di monitoraggio dal 2012 a maggio 2017	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	0404	Risultati analisi complessive campagne integrative di monitoraggio da maggio 2017 ad aprile 2019	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	0406	Planimetria di progetto marginamento fisico	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	0407	Sezione-tipo marginamento fisico e trincea drenante - Particolari realizzativi	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	408a	Profilo di progetto marginamento fisico 1 di 2	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	408b	Profilo di progetto marginamento fisico 2 di 2	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	409a	Profilo di progetto marginamento fisico su sezione geologica 1 di 2	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	409b	Profilo di progetto marginamento fisico su sezione geologica 2 di 2	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	0410	Planimetria di progetto della trincea drenante	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
BO-PS	0411	Particolari costruttivi vasche di sollevamento	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
BO-PS	0412	Schema di funzionamento vasche di sollevamento	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
BO-PS	0413	Impianto TAF	01	19/06/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
BO-PS	0414	Ripristino pavimentazione MISO Suoli	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	0415	Planimetria censimento interferenze	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	0416	Particolari interferenze tipologiche 1 di 2	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	0417	Particolari interferenze tipologiche 2 di 2	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
BO-PS	0418	Barriera idraulica - planimetria e particolari	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani
Elaborati grafici sistemazione di sponda							
OM	0501	Particolari opere di protezione	00	27/05/2019	M.Riccobene	L.Dalla Valle	A.Susani

Elaborati grafici di computo							
EC	0601	Rimozione vegetazione trovanti e argini - Report fotografico	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0602	Rimozione vegetazione trovanti e argini - Ubicazione planimetrica	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0603	Planimetria ubicazione sezioni di computo rimozione argini	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0604	Sezioni di computo rimozione argini 1 di 10	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0605	Sezioni di computo rimozione argini 2 di 10	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0606	Sezioni di computo rimozione argini 3 di 10	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0607	Sezioni di computo rimozione argini 4 di 10	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0608	Sezioni di computo rimozione argini 5 di 10	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0609	Sezioni di computo rimozione argini 6 di 10	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0610	Sezioni di computo rimozione argini 7 di 10	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0611	Sezioni di computo rimozione argini 8 di 10	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0612	Sezioni di computo rimozione argini 9 di 10	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0613	Sezioni di computo rimozione argini 10 di 10	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0614	Planimetria ubicazione sezioni trincea drenante	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0615	Sezioni di computo trincea drenante 1 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0616	Sezioni di computo trincea drenante 2 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0617	Sezioni di computo trincea drenante 3 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0618	Sezioni di computo trincea drenante 4 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0619	Sezioni di computo trincea drenante 5 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0620	Sezioni di computo trincea drenante 6 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0621	Sezioni di computo trincea drenante 7 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0622	Sezioni di computo trincea drenante 8 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0623	Sezioni di computo trincea drenante 9 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0624	Sezioni di computo trincea drenante 10 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0625	Sezioni di computo trincea drenante 11 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0626	Sezioni di computo trincea drenante 12 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani
EC	0627	Sezioni di computo trincea drenante 13 di 13	00	27/05/2019	M.Riccobene	V.Roso	A.Susani

Elaborati grafici cantierizzazione							
CA	0700	Sequenze di cantierizzazione - Attività propedeutiche: sfalcio e rimozione arbusti, rimozione argini e cumuli interferenti e bonifica ordigni bellici	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0701	Sequenze di cantierizzazione - Bonifica ordigni bellici a terra e analisi geoelettrica strumentale a mare	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0702	Sequenze di cantierizzazione - Analisi geoelettrica strumentale a terra e bonifica ordigni bellici a terra e a mare	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0703	Sequenze di cantierizzazione - Planimetria generale	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0704	Sequenze cantierizzazione - T1	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0705	Sequenze cantierizzazione - T2	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0706	Sequenze cantierizzazione - T3	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0707	Sequenze cantierizzazione - T4	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0708	Sequenze cantierizzazione - T5	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0709	Sequenze cantierizzazione - T6	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0710	Sequenze cantierizzazione - T7	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
CA	0711	Sequenze cantierizzazione - Cantiere base e cantieri satelliti	01	19/06/2019	Benci/Gobbesso	A. Guidolin	A. Susani
Elaborati grafici impianti elettrici e speciali							
IE	0801	Planimetria generale - Impianti elettrici e speciali	00	27/05/2019	D. Turolla	D. Turolla	A. Susani
IE	0802	Schema a blocchi - Impianti elettrici e speciali	00	27/05/2019	D. Turolla	D. Turolla	A. Susani
IE	0803	Cabina di trasformazione - Quadro generale	00	27/05/2019	D. Turolla	D. Turolla	A. Susani
Elaborati grafici impianti idraulici							
IM	0901	Rete di drenaggio e acque di falda - Planimetria 1 di 7	00	27/05/2019	M. Riccobene	F. Zennaro	A. Susani
IM	0902	Rete di drenaggio e acque di falda - Planimetria 2 di 7	00	27/05/2019	M. Riccobene	F. Zennaro	A. Susani
IM	0903	Rete di drenaggio e acque di falda - Planimetria 3 di 7	00	27/05/2019	M. Riccobene	F. Zennaro	A. Susani
IM	0904	Rete di drenaggio e acque di falda - Planimetria 4 di 7	00	27/05/2019	M. Riccobene	F. Zennaro	A. Susani
IM	0905	Rete di drenaggio e acque di falda - Planimetria 5 di 7	00	27/05/2019	M. Riccobene	F. Zennaro	A. Susani
IM	0906	Rete di drenaggio e acque di falda - Planimetria 6 di 7	00	27/05/2019	M. Riccobene	F. Zennaro	A. Susani
IM	0907	Rete di drenaggio e acque di falda - Planimetria 7 di 7	00	27/05/2019	M. Riccobene	F. Zennaro	A. Susani
IM	0908	Rete di drenaggio - Profilo longitudinale	00	27/05/2019	M. Riccobene	F. Zennaro	A. Susani
IM	0909	Rete di drenaggio - Particolari manufatti	00	27/05/2019	M. Riccobene	F. Zennaro	A. Susani