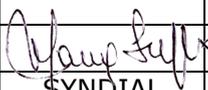


	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 1 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV)

ELABORATO PROGETTUALE



00	Emissione finale	AECOM	 SYNDIAL (M. Suppo)	 SYNDIAL (M. Zuppini)	12/04/2019
Indice di Rev.	Descrizione Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 2 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Memorandum delle revisioni

Ind. Di Rev.	Data	Paragrafo	Descrizione sintetica revisione

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 3 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

INDICE

1.	INTRODUZIONE	7
2.	RICOSTRUZIONE STORICA DELLA PROGETTAZIONE E DELL'APPROVAZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA	9
2.1	<i>Le azioni di messa in sicurezza e risanamento antecedenti all'Accordo di Programma (anni '80-'90)</i>	<i>9</i>
2.2	<i>La perimetrazione del SIN Cengio Saliceto (1999), l'Accordo di Programma e la Caratterizzazione del sito (2000).....</i>	<i>12</i>
2.3	<i>La Bonifica e Messa In Sicurezza Permanente del sito (anni 2002 – attuale)</i>	<i>15</i>
2.4	<i>Collaudi e certificazioni degli Enti</i>	<i>17</i>
3.	PROGETTO PRELIMINARE DI BONIFICA	20
3.1	<i>Breve richiamo all'iter di approvazione del Progetto</i>	<i>20</i>
3.2	<i>Risultanze della caratterizzazione del sito.....</i>	<i>21</i>
3.3	<i>Valutazione delle alternative progettuali e della trattabilità dei rifiuti e terreni contaminati</i>	<i>22</i>
3.4	<i>Descrizione degli interventi proposti</i>	<i>23</i>
3.5	<i>Esiti degli approfondimenti sulle caratteristiche del substrato marnoso del sito</i>	<i>25</i>
3.6	<i>Inquadramento geologico del sito.....</i>	<i>26</i>
3.7	<i>Caratterizzazione della formazione marnosa effettuata per la redazione del Progetto Preliminare di Bonifica</i>	<i>29</i>
3.8	<i>Ulteriori indagini sull'ammasso marnoso effettuate in fase di progettazione esecutiva.....</i>	<i>31</i>
3.9	<i>Verifica delle proprietà del substrato marnoso.....</i>	<i>32</i>

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 4 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

3.10	Descrizione dei progetti specifici e delle attività effettuate nelle singole aree del sito	37
4.	MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELLA ZONA A1	39
4.1	Svuotamento dei "Lagoons" e smaltimento dei reflui salini	42
4.2	Messa in sicurezza delle collinette per asportazione e deposito in Zona A1	45
4.2.1	Descrizione e morfologia	45
4.2.2	Movimentazione dei materiali delle collinette	46
4.2.3	Analisi ambientali	49
4.3	Opere arginali di contenimento delle piene del Fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne	51
4.3.1	Breve richiamo all'iter di approvazione del Progetto	52
4.3.2	Descrizione delle opere arginali realizzate	54
4.3.3	Dimensionamento dell'altezza dei muri arginali	56
4.3.4	Dimensionamento diaframma drenante	58
4.3.5	Dimensionamento dei muri arginali e tipologie costruttive	60
4.3.6	Attività accessorie e provvisorie eseguite in fase di realizzazione	79
4.3.7	Modalità esecutive dei lavori	79
4.3.8	Procedure ed apprestamenti per l'esecuzione dei lavori in sicurezza	85
4.3.9	Andamento dei lavori	85
4.3.10	Monitoraggi ambientali	87
4.4	Setto di separazione Zona A1/A2	89
4.4.1	Dimensionamento dell'opera in relazione alla sua funzionalità nel tempo	90
4.4.2	Breve richiamo all'iter di approvazione del progetto	91
4.4.3	Descrizione delle opere realizzate e delle fasi di realizzazione	91
4.4.4	Attività accessorie e provvisorie eseguite in fase di realizzazione	92
4.5	Bonifiche dei terreni delle Zone A2, A3 e A4 e conferimento dei materiali scavati contaminati nella Zona A1	100
4.5.1	Bonifica della Zona A2	101
4.5.2	Bonifica della Zona A2 bis/ITAR	107
4.5.3	Bonifica delle aree golenali - Zona A3 e Aree Pubbliche	109
4.5.4	Bonifica dei terreni della Zona A4	115

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 5 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

4.5.5	Impianto di Trattamento Acque Reflue (ITAR)	120
4.6	Conferimento dei materiali in Zona A1	121
4.6.1	Piani di scavo, verifica delle celle e controlli degli Enti	121
4.6.2	Movimentazione e gestione dei materiali scavati.....	122
4.6.3	Tracciabilità dei conferimenti.....	123
4.6.4	Riepilogo dei materiali confinati in Zona A1	134
4.6.5	Monitoraggi ambientali in corso d'opera	135
4.6.6	Monitoraggi ambientali della MISP post operam.....	136
4.7	Altre opere funzionali alla bonifica e alla Messa in Sicurezza permanente dell'intero sito.....	136
4.7.1	Opere per la riduzione delle ingressioni delle acque superficiali e sotterranee	136
4.7.2	Intervento di ripristino argini sormontabili.....	141
4.8	Sistemazione e Ripristino Ambientale della Zona A1	146
4.8.1	Breve richiamo all'iter di approvazione del progetto	146
4.8.2	Descrizione degli interventi	150
4.8.3	Modifica alla strategia di campionamento prevista dal Piano di Monitoraggio Ambientale (Ottobre 2017).....	165
4.8.4	Risposta alle prescrizioni contenute nel Decreto direttoriale di approvazione prot. 572/STA del 22 dicembre 2017	167
5.	ATTIVITA' DI GESTIONE E CONTROLLO DELLA BONIFICA.....	183
5.1	Monitoraggio Idrogeologico ed Idrochimico	184
5.1.1	Monitoraggio idrogeologico e idrochimico POST OPERAM nelle Zone in cui è già stata certificata la bonifica.....	185
5.1.2	Monitoraggio idrogeologico e idrochimico di controllo nelle Zone in cui non è ancora stata certificata la bonifica	193
5.1.3	Modalità di esecuzione delle misure e dei campionamenti.....	198
5.2	Monitoraggio Meteo-Climatico	199
5.3	Monitoraggio Pedologico	199
5.4	Monitoraggio Idrometrico	199
5.5	Protocollo di monitoraggio delle acque del Fiume Bormida	200

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 6 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

5.5.1	Attività di monitoraggio del fiume Bormida effettuate da Syndial	200
5.5.2	Struttura del nuovo Protocollo di monitoraggio del Bormida siglato nel 2017	202
5.5.3	Fasi operative del protocollo e azioni conseguenti	203

ALLEGATI

- [1] Figure fuori testo
- [2] Accordo di programma (Dicembre 2000)
- [3] Progetto Preliminare di Bonifica. Consorzio BASI, Aprile 2002
- [4] Approfondimenti sulle operazioni di bonifica in area A3 - Caratteristiche del substrato marnoso e delle opere di confinamento fisico del sito, valutazioni sulle tecniche di rimozione adottate e verifiche delle operazioni di bonifica in area A3, URS, Settembre 2011
- [5] Progetti e Certificazioni rilevanti per il presente SIA (dal 2003 al 2018)
- [6] Report periodico di monitoraggio degli adempimenti amministrativi in tema di bonifiche". Syndial, Agosto 2010
- [7] Protocollo di caratterizzazione del fondo scavo e delle pareti della cella in fase di bonifica delle Zone A2, A3 e A4 e dei materiali di rinterro. Protocollo CD/Prov.SV/ARPAL/Syndial del 28/10/2006, Allegato B)
- [8] Progetto Esecutivo di bonifica delle aree golenali — Fiume Bormida di Millesimo, Studio idraulico per la riprofilatura delle aree di bonifica" — SPC. 03-BE-E-95296, Rev. 0
- [9] Piano di Gestione dei materiali della Zona A4 - Protocollo gestione deposito materiali (rintracciabilità). Snamprogetti, SPC. 04-BD-E-94566, 23.05.06
- [10] Protocollo di valutazione della pericolosità dei rifiuti - Revisione 1, Syndial, Luglio 2003;
- [11] Linee Guida per la predisposizione del sistema di monitoraggio quali-quantitativo del sito ex Acna di Cengio" (Provincia di Savona, Maggio 2008)

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 7 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

1. INTRODUZIONE

Nel presente documento, che costituisce l'elaborato progettuale facente parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale del Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV), vengono descritti gli interventi e le opere progettate e realizzate da Syndial in conformità con il Progetto Preliminare di bonifica approvato.

Il quadro programmatico degli interventi, all'interno del quale si inserisce ogni elemento del progetto, fu delineato nel Dicembre 2000, a seguito della definitiva interruzione delle attività produttive e della nomina del Commissario Delegato per l'emergenza socio-ambientale del sito, con la sottoscrizione dell'Accordo di Programma¹ per il risanamento del sito. Dalla data della stipula dell'Accordo di Programma, il processo di bonifica è proseguito in coerenza con esso e senza soluzione di continuità.

La strategia di risanamento definita nell'Accordo di Programma fu quindi sviluppata nel Progetto Preliminare di Bonifica complessivo di tutto il sito, presentato il 19/04/2002 al completamento della Caratterizzazione (cfr. "Progetto Preliminare di Bonifica" – Consorzio BASI rel. 02/1803A0 - da qui in poi "il Progetto"). Il Progetto fu discusso in una serie di Conferenze di Servizi e quindi approvato dal Commissario Delegato nel Marzo 2003.

Il Progetto teneva conto delle opere di Messa In Sicurezza d'Emergenza allora già attive e riguardava, in conformità con l'allora vigente DM 471/99, il risanamento di tutte le quattro zone del sito tramite un sistema combinato di interventi di bonifica, di interventi di bonifica con misure di sicurezza e di interventi di messa in sicurezza permanente.

Il Progetto fu successivamente declinato in una serie di progetti specifici dedicati a ciascuna area, ciascuno dei quali fu discusso in Conferenze di Servizi, approvato e quindi Autorizzato dal Commissario Delegato.

Ad oggi tutte le opere e attività previste dal progetto sono state realizzate, fatta eccezione per la copertura finale della Zona A1, ancora in corso d'opera, che completerà la segregazione totale e la Messa In Sicurezza Permanente della stessa (MISP) dalle rimanenti aree del sito e dall'ambiente esterno. Tutte le opere di confinamento fisico ed idraulico, funzionali alla MISP, sono state collaudate e la bonifica delle Zone A2 e A4 è già stata oggetto di certificazione da parte degli Enti di controllo. La bonifica della Zona A3, terminata nel 2012, è in corso di certificazione.

In osservanza al parere n. 2922 del 18/01/2019 (Parere) con cui la Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA-VAS (CTVIA) si è espressa in merito alla definizione dei contenuti dello studio di impatto ambientale (Scoping, ex art. 21 del D.Lgs. 12/2006 e ss.mm.ii.) nell'ambito della procedura di VIA ex post per il sito ex ACNA di Cengio, nei capitoli seguenti sono presentati maggiori dettagli su:

¹ Siglato ai sensi dell'Art. 9, comma 4, del DM 471/1999, tra il Ministero dell'Ambiente, il Ministero della Sanità, il Ministero dell'Industria, il Presidente della Regione Piemonte, il Presidente della Regione Liguria, il Commissario Delegato, il Liquidatore dell'ACNA C.O. ed il Presidente dell'Enichem.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 8 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- la storia della progettazione e dell'approvazione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale del sito (Capitolo 2), al fine di inquadrare correttamente la Messa in Sicurezza Permanente (MISP) della Zona A1;
- il Progetto Preliminare e gli approfondimenti sulle caratteristiche del substrato marnoso (Capitolo 3);
- la Messa in Sicurezza Permanente della Zona A1 e le opere e attività ad essa collegate, inclusa la bonifica dei terreni delle Zone A2, A3 e A4 del sito (Capitolo 4);
- il Programma di gestione e controllo della Bonifica e la sintesi dei risultati dei monitoraggi post-operam (Capitolo 5).

Il presente elaborato è stato da redatto da AECOM URS Italia, con il contributo di GE Engineering del Prof. Manassero del Politecnico di Torino.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 9 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

2. RICOSTRUZIONE STORICA DELLA PROGETTAZIONE E DELL'APPROVAZIONE DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA

2.1 Le azioni di messa in sicurezza e risanamento antecedenti all'Accordo di Programma (anni '80-'90)

Lo stabilimento di Cengio ha una storia produttiva di circa 120 anni. Le prime attività produttive furono avviate nel 1882, quando si insediò un piccolo stabilimento per la produzione di esplosivi. Nel corso di più di un secolo di attività industriale la fabbrica di Cengio è andata incontro a molteplici fasi di espansione, contrazione e riconversione delle attività produttive (da esplosivi ad intermedi per coloranti) e ha visto il succedersi di numerose proprietà e gestioni.

Syndial è subentrata nella proprietà e gestione del sito industriale ACNA di Cengio solo nel 1989 – 1990, quando la produzione industriale era ormai già in forte riduzione e gli impatti ambientali sulle aree del sito e sul Fiume Bormida si erano già verificati. Nonostante ciò, Syndial da subito si è impegnata sia al mantenimento e al potenziamento degli interventi già esistenti per il contenimento fisico ed idraulico, sia al potenziamento dell'impianto di trattamento delle acque reflue. Le attività messe in atto da Syndial conducevano, già nel 1992, ad un significativo miglioramento della qualità del Fiume Bormida².

Tali azioni erano inserite all'interno di programmi-quadro di intervento concordati tra l'Amministrazione Pubblica e la precedente proprietà (Atto di Impegno del 1988) e tra l'Amministrazione Pubblica e Syndial (Atto di Impegno Aggiuntivo del 1990). Tali Atti di Impegno definivano gli interventi ed i programmi di risanamento del sito, sulla base di quanto raccomandato da un gruppo di lavoro apposito nominato dal Ministero dell'Ambiente nel Maggio 1988 e prevedevano una serie di adempimenti sia a cura delle Amministrazioni, sia a cura della proprietà del sito.

Per effetto di tali atti, la proprietà provvedeva al completamento e al rifacimento dell'intero sistema di contenimento fisico e di drenaggio delle acque interne lungo tutto il perimetro del sito in fregio al Bormida, già realizzato a partire dagli anni '80 e consistente in una serie di barriere fisiche e di drenaggio lungo il confine prospiciente il fiume e volto a contenere la contaminazione preesistente.

A partire dal 1989 veniva pertanto realizzato sull'intero lato dello stabilimento prospiciente il fiume Bormida (oltre 2 km) un nuovo contenimento fisico (diaframma plastico perimetrale) dotato delle relative opere di drenaggio ed emungimento delle acque di falda; in tal modo si realizzò una nuova linea di sbarramento continua lungo tutto il perimetro del sito prospiciente il fiume. Tali opere venivano collaudate nel 1990 (1^a fase) e nel 1992 (2^a fase) dalla Commissione di Collaudo nominata nel 1989 dal Ministero dell'Ambiente³. I collaudi certificavano, da un lato, la conformità delle opere realizzate a quanto progettato

² Si vedano a titolo esemplificativo i risultati del programma regionale di monitoraggio ambientale della Valle Bormida Piemontese dal 1990 al 1992 inclusi nel documento "Monitoraggio Ambientale Valle Bormida Piemontese – Area a elevato rischio di crisi ambientale" a cura della Regione Piemonte – Assessorato all'Ambiente, Luglio 1992.

³ Nel 1989 veniva costituito dal Ministero dell'Ambiente un Gruppo di Lavoro Permanente Tecnico-Scientifico che si avvaleva della consulenza tecnica di una Commissione di Collaudo nominata dallo stesso Ministero con l'incarico di effettuare il collaudo delle opere di contenimento e di certificarne la continuità lungo tutto il perimetro in adiacenza al fiume Bormida. La Commissione di Collaudo

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 10 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

e, dall'altro, la continuità delle barriere fisiche realizzate lungo tutto il perimetro dello stabilimento prospiciente il fiume, avviando anche una serie di monitoraggi che accertarono l'efficacia delle barriere fisiche realizzate.

In aggiunta, sempre in coerenza con gli atti di impegno, la proprietà potenziava i trattamenti delle acque reflue impegnandosi, a partire dal 1990, al rispetto di ulteriori limiti di concentrazioni allo scarico (in aggiunta ai limiti già definiti dall'allora vigente "legge Merli"), specifici per i numerosi microinquinanti tipici del sito e basati su concentrazioni ritenute idonee alla salvaguardia dell'ambiente fluviale e alla compatibilità acquatica dalla Commissione Tossicologica Nazionale.

I risultati analitici dei controlli effettuati dalla USL di Savona sullo scarico ACNA mostravano come già all'inizio del periodo considerato (1990) le acque di scarico dell'ACNA fossero pienamente conformi sia ai parametri fissati dall'allora vigente Legge Merli (che tuttavia non normava alcuni microinquinanti specifici del sito di Cengio), sia ai limiti dei numerosi microinquinanti specifici concordati nell'ambito dell'atto di impegno aggiuntivo del 1990.

Dai primi anni '90 erano quindi già attivi e presenti presso il sito:

- un sistema di confinamento fisico perimetrale (diaframma plastico perimetrale), continuo lateralmente ed intestato nella marna praticamente impermeabile, lungo tutto il perimetro del sito in fregio al Bormida (circa 2 km), che segregava le porzioni interne del sito dall'ambiente fluviale (Figura 2-1 e Figura 1 in Allegato 1);
- un sistema di drenaggio e trattamento delle acque contaminate interne al sito;
- un impianto di trattamento delle reflue in grado di rispettare limiti per i microinquinanti tipici del sito allo scarico protettivi della qualità delle acque del fiume (definiti dalla Commissione Tossicologica Nazionale).

rilasciava il certificato di collaudo relativo a tutte le opere realizzate che attestava: 1) la consistenza delle opere; 2) la regolare esecuzione e sostanziale conformità delle stesse ai progetti e relative varianti; 3) la continuità delle stesse lungo tutto il perimetro del fiume prospiciente allo stabilimento. Analogamente la Commissione avviava la verifica funzionale di medio e lungo periodo con l'obiettivo di accertare l'efficacia delle opere avvalendosi del supporto dell'Università di Genova.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 11 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

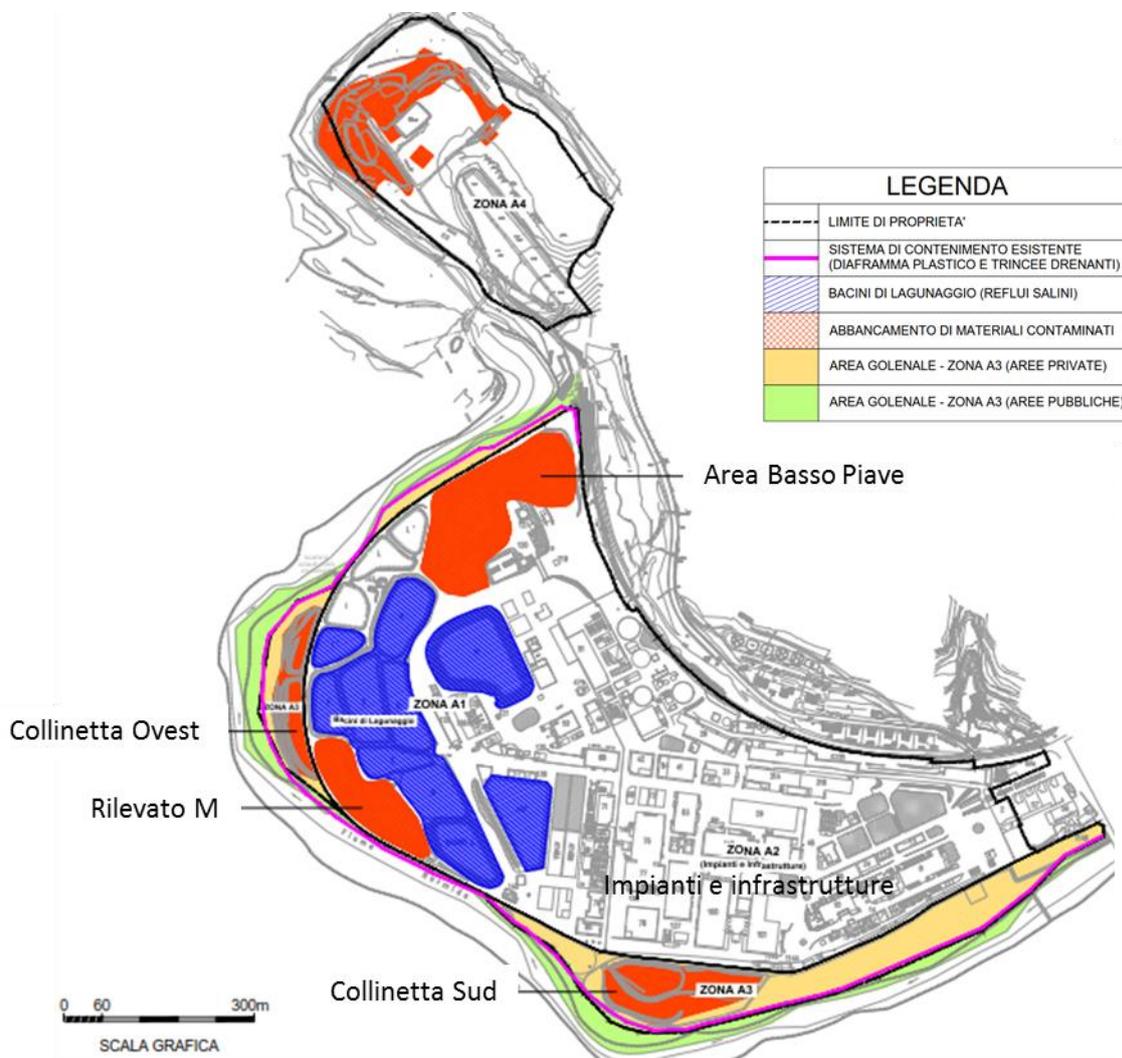


Figura 2-1: Situazione antecedente al progetto preliminare di bonifica

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 12 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

2.2 La perimetrazione del SIN Cengio Saliceto (1999), l'Accordo di Programma e la Caratterizzazione del sito (2000)

A seguito della definitiva chiusura delle attività produttive dello stabilimento, avvenuta nel Gennaio 1999, iniziò una nuova fase nella storia delle azioni di risanamento, con:

- la dichiarazione dello stato di emergenza socio-ambientale (Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri del Marzo 1999),
- la nomina di un Commissario Delegato da parte del Ministero dell'Interno (Ordinanza 2986 del 31/05/1999),
- l'emanazione del Decreto Ministeriale sulla perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Cengio - Saliceto⁴ (D.M. del 20/10/1999),
- la presentazione e discussione in diverse Conferenze dei Servizi e, quindi, l'approvazione del Piano di Caratterizzazione delle aree private del sito (Conferenza dei Servizi del 07/03/2000);
- l'avvio delle indagini di campo per la caratterizzazione durante le quali (anno 2000) sono proseguite le interlocuzioni con gli Enti di controllo, per condividere campionamenti e anche la rilocalizzazione dei punti di indagine.

Facendo seguito alla necessità di stabilire per la messa in sicurezza e bonifica del sito un quadro di azioni e di tempistiche organico e condiviso, nel Dicembre 2000 fu sottoscritto, ai sensi dell'Art. 9, comma 4, del DM 471/1999, l' "Accordo di Programma per gli interventi di messa in sicurezza d'emergenza e per la realizzazione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti di proprietà dell'allora ACNA C.O. in Liquidazione" [2].

L'Accordo fu sottoscritto da: il Ministero dell'Ambiente, il Ministero della Sanità, il Ministero dell'Industria, il Presidente della Regione Piemonte, il Presidente della Regione Liguria, il Commissario Delegato, il Liquidatore dell'ACNA C.O. ed il Presidente dell'Enichem (oggi Syndial).

Nell'Articolo 2 dell'Accordo di Programma, vista l'ottemperanza da parte di Syndial a molte delle richieste già espresse nel corso delle conferenze dei servizi precedenti e visto l'impegno di Syndial a presentare tutti i progetti richiesti, furono definiti in piena condivisione gli interventi necessari per la bonifica ed il ripristino ambientale, nonché i tempi e le modalità di presentazione di tutti i progetti richiesti.

⁴ In particolare, il Decreto Ministeriale sulla perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Cengio-Saliceto stabilì che il SIN di Cengio Saliceto sia suddiviso in tre zone:

- Zona A - Area ad elevato rischio: comprendente lo stabilimento ACNA e le sue pertinenze, la discarica di Pian Rocchetta e le aree ripariali fino al restringimento morfologico a monte dell'abitato di Pian Rocchetta;
- Zona B - Area a medio rischio: aree demaniali soggette ad esondazione lungo l'alveo del Bormida tra i confine tra i comuni di Monesiglio e Prunetto;
- Zona C - Area di possibile rischio: aree demaniali soggette ad esondazione lungo l'alveo del Bormida tra i confine tra i comuni di Spigno e Prunetto.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 13 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

L'Accordo di Programma avviò quindi ad un complesso ed articolato piano di intervento teso alla bonifica di tutte le aree di proprietà del sito e al loro recupero ai fini di un successivo riutilizzo per attività produttive.

In particolare, nell'Accordo di Programma furono prefigurati gli interventi per le sub-zone della Zona A del SIN di Cengio, indicate come A1, A2, A3 e A4, così definite (Figura 2-3):

- **ZONA A1:** ubicata nella porzione Ovest dello stabilimento e comprendente l'area Basso Piave, l'ex-area deposito infiammabili, l'ex-Zona Bacini (lagoons) e l'area del rilevato "M". Essa è interamente ubicata all'interno dello stabilimento, occupa una superficie di circa 27 ha ed è delimitata a Nord dal tracciato della ferroviaria Torino Savona, ad est dalla Zona A2 e a Sud Ovest dall'area golenale A3. In Zona A1, sin dall'inizio delle attività dello stabilimento, risalenti alla fine del 1800, furono allocati materiali di rifiuto di origine industriale derivanti dalle stesse attività produttive dello stabilimento ed i bacini di accumulo dei reflui salini (lagoons);
- **ZONA A2:** questa Zona copre il corpo centrale e la porzione Est dello stabilimento ed è ubicata interamente al suo interno. Era caratterizzata dalla presenza degli ex impianti produttivi e delle infrastrutture industriali (ora completamente demolite) che hanno causato contaminazione nei terreni e nelle acque sotterranee. Comprende anche la cosiddetta Zona A2bis (dove oggi è allocato l'Impianto di Trattamento Acque Reflue di sito - ITAR);
- **ZONA A3:** questa Zona comprende le aree esterne all'insediamento industriale di quasi esclusiva proprietà del sito poste in fregio al muro di cinta dello stabilimento e la barriera di contenimento (diaframma plastico perimetrale) e prospiciente l'alveo del fiume Bormida (Area Golenale). Era caratterizzata dalla presenza di terreni contaminati e di accumuli di materiali di rifiuto di origine industriale derivanti dalle stesse attività produttive dello stabilimento (cd. "Collinette");

ZONA A4: con tale Zona si indica l'area di Pian Rocchetta, ubicata in un'ansa in destra idrografica del fiume Bormida. Posta ad un chilometro ad ovest dell'insediamento industriale, tale area era occupata per Figura 2-2: Vista sistemazione finale – vista Nord-Ovest (Simulazione fotografica)

- circa un terzo della sua estensione da una discarica di residui industriali e rifiuti solidi urbani.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 14 a 207	
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.		
	60553004_EP	STAM	00		

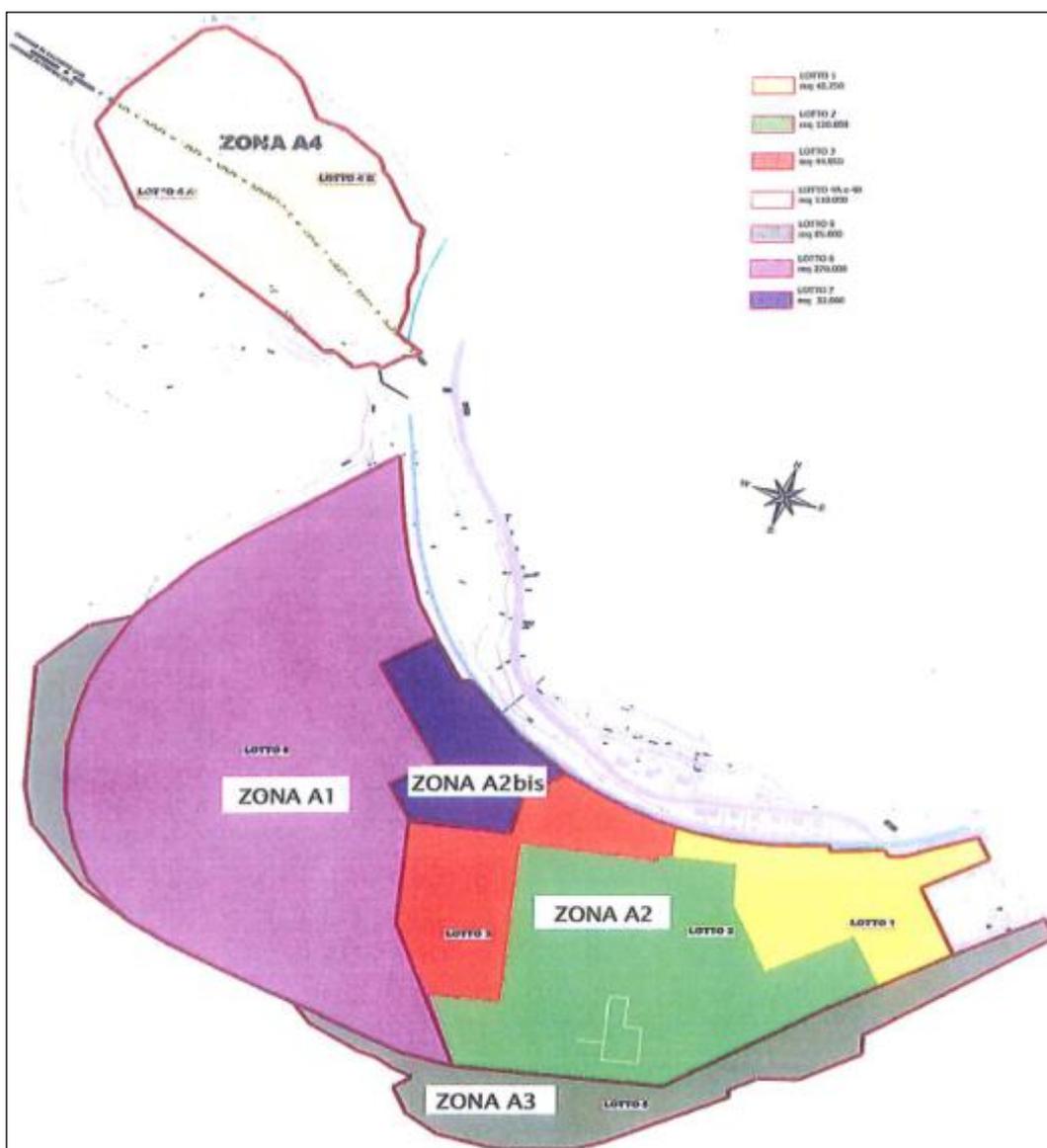


Figura 2-3: Ubicazione delle sub-Zone del sito all'interno della Zona A del SIN di Cengio - Saliceto

Nell'Accordo di Programma la Società si impegnò a presentare alle Autorità i seguenti progetti:

- Progetto di Messa in Sicurezza di Emergenza tramite il recupero o lo smaltimento dei rifiuti costituiti dai reflui salini stoccati nei lagunaggi (lagoons) in Zona A1;
- Progetto di Bonifica, o di Bonifica con Misure di Sicurezza, per le Zone A2, A3, A4, basati sull'asportazione dei rifiuti/terreni contaminati e demolizione dei fabbricati/manufatti;
- Progetto di Messa in Sicurezza Permanente (MISP), ai sensi del DM 471/99, della Zona A1 (area Basso Piave, rilevato M, area bacini e area depositi infiammabili);

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 15 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- Progetto per la gestione dei rifiuti e materiali contaminati provenienti dalla bonifica delle aree del sito nel rispetto dell'allora vigente D. Lgs. 22/1997, "che comprenda nella Zona A1 i rifiuti provenienti dalla bonifica delle Zone A2, A3 e A4".

Dalla data della stipula dell'Accordo di Programma, il processo di bonifica è proseguito in coerenza con esso e senza soluzione di continuità, sempre in concerto con gli Enti di controllo e mediante apposite Conferenze di Servizi di pubblica evidenza come descritto nei paragrafi seguenti.

2.3 La Bonifica e Messa In Sicurezza Permanente del sito (anni 2002 – attuale)

Il primo passo miliare della bonifica del sito è stata l'approvazione, il 17/03/2003, da parte del Commissario Delegato, del **Progetto Preliminare di Bonifica complessivo per tutto il sito** (cfr. "Progetto Preliminare di Bonifica" – Consorzio BASI rel. 02/1803A0 [3]), presentato il 19/04/2002 al completamento della caratterizzazione e sulla base di diverse Conferenze di Servizi istruttorie svoltesi nello stesso anno in occasione delle quali furono presentati e discussi gli aspetti tecnici del Progetto stesso.

Il Progetto Preliminare di Bonifica del Sito, in piena coerenza con la strategia di risanamento già definita nell'Accordo di Programma e con l'allora vigente DM 471/99, riguardava il risanamento di tutte le quattro zone del sito tramite:

- lo smaltimento esterno dei rifiuti costituiti dai reflui salini stoccati nei lagunaggi in Zona A1 (lagoons);
- la Messa In Sicurezza Permanente (MISP) delle acque sotterranee e dei terreni, ai sensi del DM 471/99, della Zona A1 tramite confinamento fisico (cinturazione) ed idraulico e capping;
- la Bonifica dei terreni delle Zone A2, A3, A4, tramite demolizione dei fabbricati/manufatti, l'asportazione dei rifiuti/terreni contaminati, la gestione dei rifiuti e materiali contaminati provenienti dalla bonifica delle stesse, ricomprendendoli nella Zona A1.

La Zona A1 fu identificata come l'area più idonea alla messa in sicurezza permanente dei materiali ivi già presenti e dei materiali provenienti dalle attività di bonifica delle limitrofe Zone A2, A3 e A4 a motivo di:

- la presenza di una elevata volumetria di materiali e terreni contaminati, pari a quasi il 50% dei materiali presenti su tutto il sito,
- l'impossibilità di rimozione di tali volumi a costi e impatti sostenibili,
- la presenza di una formazione geologica di isolamento alla base,
- la presenza di un sistema di cinturazione fisica già esistente, in fregio al Bormida.

Negli anni seguenti il Progetto approvato è stato declinato nella progettazione, approvazione, realizzazione e collaudo di una serie di progetti specifici, definitivi ed esecutivi, dedicati a ciascuna area.

Dall'anno 2000 ad oggi, in piena conformità con l'Accordo di Programma, con il Progetto Preliminare di Bonifica e con tutti i progetti di dettaglio approvati, sono stati realizzati (Figura 2 in Allegato 1 e Tabella 2-1):

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 16 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- il progressivo svuotamento dei reflui salini contenuti nei lagoons situati in Zona A1, il trattamento degli stessi e l'invio a smaltimento presso terzi (attività iniziata nel 2002 e completata nel 2006: 134.000 ton di sali sodici essiccati e conferiti in discariche/miniere in Germania);
- la rimozione dei materiali contaminati presenti nelle aree denominate "collinette" in Zona A3 ed il conferimento in un deposito preliminare all'interno della Zona A1;
- una nuova opera di confinamento fisico ed idraulico per la totale segregazione delle zone interne del sito (A1 e A2) dalle aree esterne e dal fiume Bormida, costituita da un diaframma composito (diaframma plastico e telo in HDPE) intestato per diversi metri all'interno del substrato marnoso praticamente impermeabile e da un diaframma drenante per la raccolta ed invio a trattamento delle acque interne, che si sviluppano lungo tutto il perimetro del sito in fregio al fiume Bormida e lungo una parte del confine Nord con l'area del rilevato ferroviario della linea TO-SV ("Opera arginale di confinamento e drenaggio delle acque interne");
- un'opera di confinamento fisico ed idraulico con caratteristiche costruttive del tutto analoghe all'opera descritta al punto precedente, ma con sviluppo lungo tutto il confine tra la Zona A1 e la Zona A2 e lungo la rimanente parte del confine tra la Zona A1 e l'area del rilevato ferroviario della linea TO-SV ("Setto di separazione A1-A2"); l'opera di confinamento fisico arginale ed il setto di separazione realizzano, insieme, la completa cinturazione della Zona A1 dalle altre aree;
- un'opera (muro in calcestruzzo armato) di contenimento delle piene del fiume Bormida basato sulla previsione di un'onda di piena superiore ad una piena con tempo di ritorno di 200 anni e pari a 1.750 m³/s, posta al di sopra dell'opera di confinamento fisico lungo tutto il perimetro del sito in fregio al Bormida, a protezione delle aree interne;
- la bonifica dei terreni delle Zone A2, A3 e A4, e delle Aree Pubbliche tramite asportazione e conferimento nella Zona A1 del sito;
- opere per la riduzione delle ingressioni delle acque superficiali e sotterranee da monte (area Nord-ferrovia);
- la nuova rete di monitoraggio post operam nelle zone A2, A3, e A4.

Sono attualmente in via di completamento le seguenti opere:

- la copertura finale della Zona A1 (capping) che completerà la segregazione totale e permanente dell'area;
- gli ultimi piezometri di monitoraggio della nuova rete per il monitoraggio post-operam della Zona A1.

Si sottolinea che gli interventi effettuati nelle Aree Golenali e nell'area di Pian Rocchetta, e nell'area esterna Pian Sottano in conformità a quanto ordinato dal Commissario Delegato, hanno interessato indistintamente sia le sub-aree di competenza privata, sia le sub-aree di competenza pubblica (come richiesto nel provvedimento del Commissario n. 236 del 17/12/2007).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 17 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

2.4 Collaudi e certificazioni degli Enti

Tutte le attività sono state effettuate sotto il diretto controllo degli Enti.

Ad oggi tutte le opere e attività previste dal progetto sono state realizzate (si veda il cronoprogramma delle attività di bonifica in Tabella 2-1), fatta eccezione per la copertura finale della Zona A1, ancora in corso d'opera, che completerà la segregazione totale e permanente dell'area A1 dalle rimanenti aree del sito e dall'ambiente esterno (Figura 2-4).

Tutte le opere di confinamento fisico ed idraulico realizzate sono state collaudate:

- nel 2006 è stato collaudato il sistema di confinamento arginale,
- nel 2010 è stato collaudato il setto di separazione Zona A1-A2,
- nel 2011 sono state collaudate le opere di ingressione lato monte.

La bonifica della Zona A2 è stata certificata nella sua totalità (Provvedimento n. 2010/205 del 15/01/2010 "Atto Dirigenziale della Provincia di Savona per la certificazione ai sensi dell'Art.12 comma 2 del D.M. 471/99 relativa al lotto 1, 2 e 3 dell'area A2" [5] – Allegato 4e), con svincolo completo delle aree, che sono state restituite agli usi previsti dalle vigenti norme urbanistiche.

La bonifica della Zona A4 è stata certificata con Atto Dirigenziale della Provincia di Savona n. 2010/9498 del 23/12/2010 per il settore di competenza della Regione Liguria e con Atto Dirigenziale della Provincia di Cuneo n. 141 del 15/03/2012 per il settore di competenza della Regione Piemonte ([5] – Allegato 4g e Allegato 4h).

La bonifica della Zona A3, terminata nel 2012, è in corso di certificazione.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV-4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 18 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM		INDICE DI REV. 00



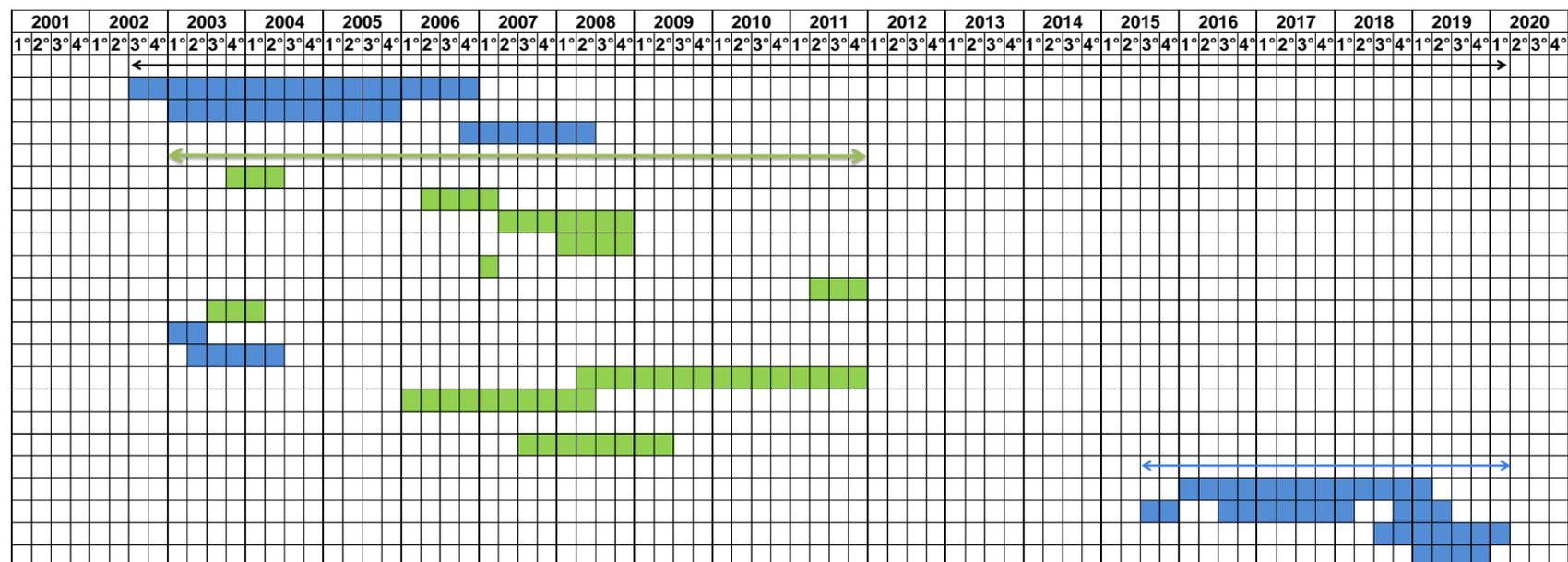
Figura 2-4: Vista sistemazione finale – vista Nord-Ovest (Simulazione fotografica)

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV-4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 19 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

Tabella 2-1: Cronoprogramma delle attività di bonifica

ATTIVITA' RELATIVE AL PROGETTO COMPLESSIVO DI BONIFICA CON MISP DEL SITO EX-ACNA DI CENGIO

- Svuotamento dei *lagoons* e smaltimento dei reflui salini
- Opere arginali di contenimento delle piene e di drenaggio delle acque di falda interne
- Setto di separazione Zona A1/A2
- Bonifiche dei terreni delle Zone A2, A3 e A4 e conferimento dei materiali scavati contaminati nella Zona A1
 - Zona A2 - Lotto 1 della Zona A2 (Lotto Ce S.T.A.)
 - Zona A2 - Lotto 1 della Zona A2 (Lotto 2 Ce S.T.A.)
 - Zona A2 - Lotto 2
 - Zona A2 - Lotto 3
 - Zona A2bis/ITAR /1 (1° fase di bonifica)
 - Zona A2bis/ITAR /2 (2° fase di bonifica)
 - Zona A3 - Messa in sicurezza d'emergenza delle collinette
 - Realizzazione del deposito preliminare in area Basso Piave in Zona A1
 - Copertura rifiuti allocati in Area Basso Piave (Zona A1)
- Zona A3 e Aree Golenali
- Bonifica della Zona A4
- Intervento di ripristino argini sormontabili*
- Opere per la riduzione delle ingressioni delle acque superficiali e sotterranee
- Sistemazione e Ripristino Ambientale della Zona A1
 - Trasporto terreno vegetale, inerti, teli
 - Accantieramento, adeguamento ITAR, passamuro, attività attenuazione odori, sterri reinterri e riprofilature
 - Capping e sistemazione finale area
 - Adeguamento pedonale e post sistemazione ponti in Zona A1 - trasporto inerti



- Opere e attività di MISE o di MISP della Zona A1
- Bonifiche e opere nelle Zone A2, A3, A4

* Le tempistiche precise di tale intervento non sono state definite perché il progetto deve ancora essere approvato. L'attività dovrà essere espletata nel periodo compreso tra maggio e settembre. La durata del cantiere è di 6 mesi.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 20 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

3. PROGETTO PRELIMINARE DI BONIFICA

L'insieme degli interventi per la bonifica con misure di sicurezza permanente del sito di Cengio è descritto, come già accennato, nel Progetto Preliminare di Bonifica ("il Progetto") [3], presentato il 19/04/2002 al completamento della caratterizzazione.

Il Progetto descrive un quadro articolato di molteplici interventi specifici, che riguardavano il risanamento di tutte le quattro zone del sito tramite un sistema combinato di interventi di bonifica, di interventi di bonifica con misure di sicurezza e di interventi di messa in sicurezza permanente, in piena coerenza con la strategia di risanamento già definita nell'Accordo di Programma e con l'allora vigente DM 471/99.

Dopo l'approvazione, il Progetto è stato successivamente declinato nella progettazione, approvazione, esecuzione e collaudo di una serie di progetti specifici dedicati a ciascuna area, descritti nei capitoli seguenti.

Coerentemente con il quadro programmatico definito nell'Accordo di Programma ed il dettato della normativa allora vigente, il Progetto Preliminare è stato redatto sulla base dei seguenti elementi:

- le risultanze della Caratterizzazione (geologia, idrogeologia, distribuzione dei contaminanti);
- le opere di messa in sicurezza d'emergenza allora già attive e quelle in corso di progettazione;
- gli approfondimenti di indagine sulle caratteristiche del substrato marnoso del sito;
- una analisi comparativa di tutte le tecniche potenzialmente applicabili ai rifiuti ed ai terreni contaminati del sito.

I principali fattori sito specifici considerati nella scelta della strategia di intervento furono i seguenti:

- l'esigenza di assicurare la fruibilità di aree bonificate ai fini dei processi di reindustrializzazione;
- i volumi considerevoli di rifiuti e terreni contaminati presenti nell'intero sito (circa 2.813.000 m3), di cui una rilevante porzione (più del 50% del totale allora stimato, pari a circa 1.590.000 m3) già presente all'interno dell'Area A1;
- le caratteristiche di tossicità dei rifiuti che imponevano di ridurre al minimo la loro movimentazione e l'obiettivo di circoscrivere in un'unica area ben confinata e delimitata, più facilmente e compiutamente monitorabile, tutta la contaminazione presente nel sito;
- la presenza del substrato marnoso praticamente impermeabile e la realizzazione di nuove opere arginali di contenimento e drenaggio;
- la presenza nel sito di un impianto di trattamento delle acque reflue (ITAR) dedicato al trattamento delle acque sotterranee contaminate che unitamente alle misure di contenimento e drenaggio permette un naturale dilavamento dei terreni saturi.

3.1 Breve richiamo all'iter di approvazione del Progetto

Il Progetto Preliminare di Bonifica del Sito fu approvato con prescrizioni nel corso della Conferenza di Servizi del 28/02/2003: a tale conferenza furono invitati a partecipare, oltre ai rappresentanti delle Regioni

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 21 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Liguria e Piemonte, al Commissario delegato e ai rappresentanti dell'Azienda, i Rappresentanti delle Provincie di Alessandria, Asti, Cuneo e Savona, i Sindaci di tutti i comuni della valle Bormida, i Direttori di ARPA Liguria e ARPA Piemonte, il Direttore di ENEA, il Direttore di ISPESL, il Direttore dell'ISS, il Segretario generale dell'Autorità di bacino del Po, il Magistrato del Po ed anche i rappresentanti del WWF di Acqui Terme, della Lega Ambiente del Comune di Cortemilia, dell'Associazione Rinascita Valle Bormida, della Comunità montana Langa delle Valli, e tutte le Rappresentanze Sindacali, ai quali erano stati presentati i dettagli del Progetto nel corso di una precedente Conferenza tenutasi il 03/12/2002. L'approvazione fu ratificata con atto n. 231/03 del 17/03/2003 dal Commissario Delegato.

Grazie al più che soddisfacente esito della verifica relativa alla idoneità del fondo (nel Progetto Preliminare si conclude che *"la formazione marnosa sottostante l'intera area dello Stabilimento garantisce condizioni di tenuta idraulica di assoluta sicurezza"*), il documento di approvazione del 17/03/2003 limitava le prescrizioni alla sola copertura superficiale, specificando che: *"si dovrà tener conto, per tutto ciò che riguarda la copertura superficiale, dei piani di intervento e manutenzione (...omissis) e di tutte le altre norme tecniche ed economiche applicabili contenute nel decreto legislativo di attuazione della direttiva 1999/31/CE approvato dal Consiglio dei Ministri in data 11/12/2002 ..."*⁵.

3.2 Risultanze della caratterizzazione del sito

L'analisi dei dati disponibili aveva messo in evidenza che i rifiuti e i terreni contaminati erano caratterizzati da:

- una contaminazione di tipo misto dovuta alla presenza contemporanea di inquinanti organici ed inorganici;
- una totale commistione dei rifiuti con i terreni di riporto tali da renderli indistinguibili.

La distribuzione dei rifiuti/terreni contaminati era così articolata:

- Zona A1:** rifiuti e terreni contaminati per una volumetria complessiva di circa 1.290.000 m³ a cui andavano sommati i 300.000 m³ dei reflui salini presenti nei bacini di lagunaggio, per i quali erano già state avviate le attività per il trattamento e lo smaltimento.
- Zona A2:** solamente terreni contaminati da composti organici e inorganici. I volumi di terreni contaminati della Zona insatura ammontavano a circa 150.000 m³.
- Zona A3:** circa 310.000 m³ di terreni contaminati, mentre i rifiuti frammisti a terreno (*"collinette"*) ammontavano complessivamente a circa 200.000 m³.
- Zona A4:** in tale Zona, esterna all'area di stabilimento, erano presenti rifiuti che ammontavano a circa 200.000 m³.

⁵ In pratica si fa riferimento al Decreto Legislativo n. 36 del 13/01/2003 (D.Lgs. 36/2003) *"Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti"*, la quale *"stabilisce requisiti operativi e tecnici per i rifiuti e le discariche, misure, procedure e orientamenti tesi a prevenire o a ridurre il più possibile la ripercussioni negative sull'ambiente, in particolare l'inquinamento delle acque superficiali, delle acque sotterranee, del suolo e dell'atmosfera, e sull'ambiente globale, compreso l'effetto serra, nonché i rischi per la salute umana risultanti dalle discariche di rifiuti, durante l'intero ciclo di vita della discarica"*.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 22 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

A tali materiali andavano aggiunti i terreni di scavo provenienti dalle opere di contenimento e drenaggio (303.000 m³) e i materiali di risulta delle demolizioni (60.000 m³).

Pertanto, globalmente, si configurava una situazione del sito con abbancamenti disordinati di rifiuti, in alcuni casi in condizioni di non sicurezza e di terreni variamente contaminati nelle diverse zone.

3.3 Valutazione delle alternative progettuali e della trattabilità dei rifiuti e terreni contaminati

Dalle stime effettuate sulla base della caratterizzazione del sito, risultò che nella Zona A1 risiedevano già rifiuti e terreni contaminati per una volumetria complessiva corrispondente a circa il 50% dei materiali contaminati presenti complessivamente in tutto il sito.

Ciascuna delle altre Zone presentava volumi di materiali contaminati di gran lunga inferiori, come sinteticamente rappresentato nel grafico successivo.

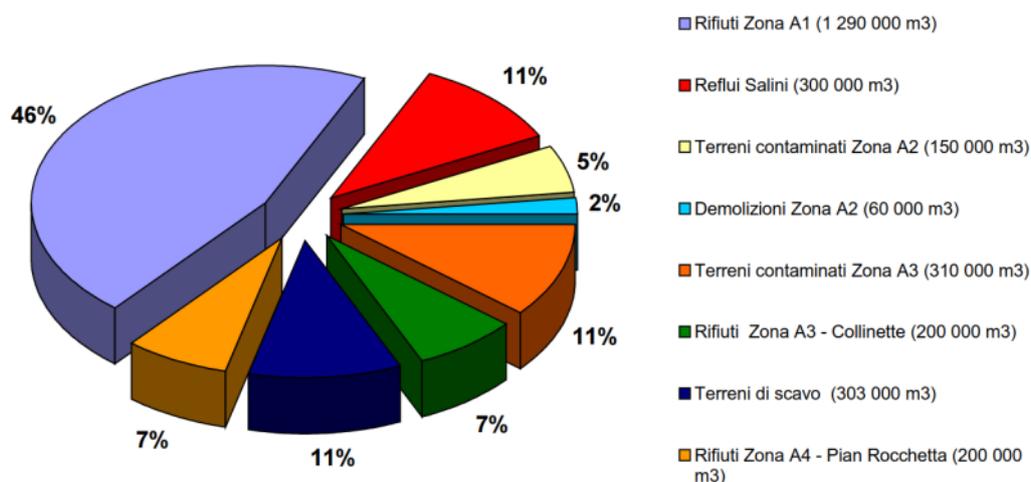


Figura 3-1: distribuzione dei materiali contaminati

Lo screening delle tecnologie allora disponibili mise in chiara evidenza l'improponibilità della movimentazione di tali importanti volumetrie materiali (con caratteristiche di tossicità tali da imporre una riduzione al minimo della loro movimentazione), nonché l'impossibilità, a costi ed impatti sostenibili, di una loro detossificazione e/o di una riduzione generale dei nuovi volumi da abbancare (provenienti dalle attività di scavo delle aree A2, A3 e A4) tramite vaglio e lavaggio.

Come richiesto anche dalla normativa, nel corso della redazione del Progetto si valutò la trattabilità dei terreni contaminati e di quei rifiuti per i quali, diversamente dai reflui salini, non era previsto lo smaltimento in discariche esterne, viste le consistenti volumetrie (1.290.000 m³) che rendevano impronibile una loro movimentazione.

Per le possibili alternative di trattamento dei rifiuti, oltre a valutazioni di tipo bibliografico, furono considerate le risultanze dei test di trattabilità eseguiti per i rifiuti di Pian Rocchetta, ritenuti rappresentativi della tipologia dei rifiuti del sito. Il risultato dello screening tecnologico (test di

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 23 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

inertizzazione, test di strippaggio dei composti volatili, test di lavaggio) mise in chiara evidenza l'impossibilità di una detossificazione dei rifiuti (rif: Allegato 3 al Progetto Preliminare - Rel. 04 – Fattibilità di interventi di bonifica con metodi chimico fisici e biologici – Pian Rocchetta –Consorzio BASI – Luglio 1997) [3].

Per quanto riguarda i terreni contaminati, furono considerate diverse tipologie di trattamento (biologico, termico, chimico-fisico) ed i risultati di diverse prove di lavaggio, effettuate presso BORMIA S.p.A..

Dallo screening risultò che, data l'eterogeneità della contaminazione presente nel sito, ogni singola tecnologia esaminata era inefficace a perseguire gli obiettivi di bonifica attesi.

Solo l'applicazione in serie o parallelo di sistemi combinati di trattamento avrebbe forse consentito il raggiungimento di risultati di un certo interesse. Una tale ipotesi di lavoro, avrebbe richiesto comunque un lungo ed importante studio applicativo, a fronte di notevoli difficoltà operative di cantierizzazione, di impatti certi e già identificabili sull'ambiente e sulla sicurezza dell'operazione, e avrebbe presentato inevitabilmente oneri economici assolutamente improponibili.

Anche trattamenti parziali di riduzione della tossicità (per famiglie di contaminanti, ad esempio derivati solfonici) presentavano costi rilevanti con notevoli difficoltà operative e problematiche legate alla sicurezza dell'operazione a fronte di una effettiva riduzione di impatto ambientale trascurabile, sia in termini assoluti che, a maggior ragione, in relazione al contesto della sistemazione generale del sito.

Pertanto si ritenne che lo scavo selettivo dei terreni fosse l'unica metodologia operativa consolidata che consentisse di separare, recuperare ed eventualmente riutilizzare gli ingenti quantitativi di terreno (oltre il 50 % dei volumi movimentati) necessari per la sistemazione finale dell'area.

3.4 Descrizione degli interventi proposti

Nel Progetto preliminare del 2002 si confermò quindi la strategia di Bonifica e di Messa in Sicurezza già configurata nell'Accordo di Programma del 2000, volta ad isolare definitivamente dalle matrici ambientali circostanti sia le importanti volumetrie di materiali già presenti nell'area, sia quelle provenienti dalle bonifiche delle altre zone, tramite un intervento di Messa in Sicurezza Permanente.

Unicamente per i materiali presenti all'interno dei lagoons (reflui salini altamente contaminati) si progettò lo scavo, l'essicazione e lo smaltimento in discariche controllate all'esterno del sito (Germania).

In particolare, il Progetto prevedeva il risanamento dell'intero sito mediante interventi dedicati a ciascuna sub-Zona di bonifica, di bonifica con misure di sicurezza e di messa in sicurezza permanente, come di seguito indicato:

Zona A1: demolizione degli edifici obsoleti, smaltimento dei reflui salini, Messa in Sicurezza Permanente nell'area dei rifiuti e dei terreni contaminati provenienti dalla bonifica delle aree del sito e restituzione a verde dell'area;

Zona A2: demolizione degli edifici obsoleti ed inutilizzabili ai fini della reindustrializzazione, bonifica per asportazione dei terreni della Zona insatura e bonifica con misure di sicurezza dei terreni della Zona saturata e delle acque sotterranee;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 24 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Zona A3: bonifica per asportazione dei rifiuti e dei terreni contaminati e restituzione finale delle aree bonificate in relazione alla loro destinazione d'uso;

Zona A4: bonifica per asportazione dei rifiuti e restituzione a verde.

Tali scelte venivano supportate anche da tutta la serie di fattori sito-specifici, già elencati al par. 3.1 e dalla valutazione sulle alternative progettuali, descritte al par. 3.3.

L'Analisi di Rischio sito specifica eseguita a verifica di quanto previsto in termini di risanamento ambientale della Zona A2 confermò la validità di tali interventi.

Un adeguato controllo post-operam avrebbe consentito il monitoraggio dell'efficacia degli interventi di risanamento ambientale.

La tempistica degli interventi di ripristino ambientale dava priorità allo smaltimento dei reflui salini e alle misure di Messa in Sicurezza d'Emergenza. Ciò comportava che la bonifica delle Zone A2, A3 (ad esclusione delle collinette) e della Zona A4 procedessero progressivamente con lo svuotamento dei bacini di lagunaggio.

Nel seguito si riporta una sintesi schematica degli interventi previsti dal Progetto e degli obiettivi che poi sono stati raggiunti con l'attuazione dello stesso.

ZONA A1: Messa in Sicurezza Permanente:

Strategia: svuotamento e smaltimento in discariche controllate esterne dei materiali all'interno dei lagoons; Messa in Sicurezza Permanente di tutti gli altri rifiuti e terreni contaminati già allocati nell'area; allocazione dei materiali provenienti dalle bonifiche delle sub-zone A2, A3, A4; segregazione finale e totale da tutte le zone circostanti tramite confinamento fisico, isolamento idraulico e capping.

Obiettivo raggiunto attraverso la realizzazione dei seguenti interventi:

- demolizione degli edifici obsoleti;
- bonifica mediante rimozione e smaltimento in discarica esterna dei reflui salini ad alto carico inquinante presenti nei lagoons (circa 300.000 m3);
- Messa in Sicurezza Permanente dell'intera area, sfruttando la presenza del substrato marnoso praticamente impermeabile, mediante la realizzazione di opere di contenimento (setti impermeabili intestati nel substrato marnoso a bassissima permeabilità), opere di drenaggio delle acque interne, opere di difesa spondale;
- abbancamento dei rifiuti e dei terreni contaminati derivanti dalle opere di bonifica delle Zone A2, A3, A4 e delle Aree Pubbliche e dalle opere di messa in sicurezza e dalle demolizioni;
- realizzazione di sistema di copertura finale multistrato (capping) con un sistema di raccolta delle acque meteoriche superficiali (attività ancora in corso);
- ripristino e sistemazione finale a verde.

ZONA A2: Bonifica dei terreni con misure di sicurezza permanente sulla falda.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 25 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

Strategia: bonifica dei terreni con misure di sicurezza permanente sulla falda per rendere fruibile l'area per una reindustrializzazione successiva.

Obiettivo raggiunto attraverso la realizzazione dei seguenti interventi:

- demolizione degli edifici obsoleti ed inutilizzabili ai fini della reindustrializzazione;
- bonifica per asportazione dei terreni della Zona insatura;
- bonifica con misure di sicurezza dei terreni nella Zona satura e delle acque sotterranee (confinamento fisico ed idraulico);
- analisi di rischio sito specifica delle concentrazioni residuali nella falda ai sensi del D.M. 471/99 (valutando i potenziali rischi da inalazione vapori per la salute umana).

ZONA A3 (Area Golenale) e Zona A4 (Pianrocchetta): Bonifica delle aree private e delle aree pubbliche, ripristino e regolarizzazione della sezione fluviale.

Strategia: Bonifica dei terreni tramite scavo e smaltimento e regolarizzazione della sezione fluviale.

Obiettivo raggiunto attraverso la realizzazione dei seguenti interventi:

- asportazione dei rifiuti e dei terreni contaminati;
- riprofilatura dell'area;
- ripristino e regolarizzazione della sezione fluviale.
- ripristino e sistemazione finale a verde.

3.5 Esiti degli approfondimenti sulle caratteristiche del substrato marnoso del sito

L'impermeabilità del fondo della Zona A1, destinata alla messa in sicurezza permanente, fu verificata agli effetti progettuali nel corso della redazione del Progetto Preliminare di Bonifica, la cui approvazione fu subordinata, nel corso dell'istruttoria tecnica, agli esiti di tale verifica.

Il fondo della Zona A1 è infatti costituito da un substrato naturale di marna della potenza di oltre 150 m, presente alla base di riporti e delle alluvioni del sito, facenti parte della Formazione di Rocchetta.

Al tempo della redazione del Progetto preliminare il sottosuolo del sito ex-Acna di Cengio era già stato oggetto di numerose attività di indagine, eseguite nel corso di diversi anni, con finalità anche molto diverse tra loro. Molte di queste avevano riguardato direttamente il substrato marnoso del sito, che è stato pertanto caratterizzato a più riprese ed in modo esaustivo, sia dal punto di vista geometrico e stratigrafico, sia dal punto di vista geomeccanico. Ulteriori indagini furono inoltre eseguite appositamente sia in fase di caratterizzazione del sito, sia propedeuticamente alla redazione del Progetto Preliminare.

I risultati di tali indagini permisero di verificare che l'isolamento fisico delle aree interne dell'ex sito industriale poteva essere efficacemente ottenuto grazie alla presenza alla base di un substrato marnoso a permeabilità nulla o bassissima, spesso più di 150 m e tramite la realizzazione, ai lati, di opere di confinamento fisico, intestate per diversi metri nel substrato (fino a 8 – 10 m dal tetto della formazione),

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 26 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

con caratteristiche progettuali e realizzative tali da escludere la migrazione della contaminazione presente all'interno verso le aree esterne.

In aggiunta, si segnala che, anche a seguito dell'approvazione del Progetto Preliminare di bonifica l'ammasso marnoso è stato oggetto di numerose ulteriori indagini di tipo geologico, idrogeologico e geotecnico, finalizzate alla progettazione esecutiva delle opere di cinturazione fisica previste dal Progetto. Le numerose prove eseguite, di cui molte all'interno delle zone considerate più critiche, hanno sostanzialmente confermato la natura marnosa e la tenuta idraulica dello stesso: le prove idrauliche hanno sempre fornito valori di permeabilità nulli o molto bassi.

Maggiori dettagli sulle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche del sito, con particolare riferimento all'idoneità dell'ammasso roccioso costituente il fondo della MISP in Zona A1 sono riportate nei paragrafi seguenti.

3.6 Inquadramento geologico del sito

Il sito dell'ex-Acna di Cengio è ubicato all'interno di un'ansa del fiume Bormida e sorge su di un complesso di alluvioni terrazzate, di pochi metri di spessore, in cui il fiume ha sovrainciso il suo attuale alveo.

I depositi alluvionali poggiano direttamente su di un ammasso roccioso di potenza dell'ordine di circa 150 mN), costituito da unità appartenenti al ciclo del Bacino Terziario del Piemonte (BTP). Le unità del Bacino Terziario del Piemonte si sono formate in età oligocenica a seguito della deposizione, in un bacino rapidamente subsidente, di notevoli spessori di sedimenti terrigeni derivati dallo smantellamento delle unità tettoniche alpine.

In particolare, come emerso dai risultati delle numerose campagne d'indagini eseguite a partire dal 1940, al di sotto dei terreni di riporto e delle alluvioni del sito, si rinviene un substrato marnoso ascrivibile alla Formazione di Rocchetta, visibile anche in affioramento nelle immediate adiacenze, ad esclusione della porzione sud-orientale, dove affiora la più recente formazione di Monesiglio.

La Formazione di Rocchetta è tipicamente costituita da marne di colore grigio o grigio azzurro, spesso divisibili in scaglie o lamine sottili che contengono intercalazioni e banchi di arenarie. Nella parte superiore della formazione i due tipi litologici si alternano ritmicamente. La sua deposizione è avvenuta in gran parte a sedimentazione normale, di tipo pelagico, con limitati episodi torbidity più o meno regolarmente intervallati. Nell'area del sito la giacitura degli strati è sub-orizzontale, lievemente immergente verso sud-ovest.

La transizione con le sovrastanti alluvioni è caratterizzata, anche se in maniera discontinua, dalla presenza di un orizzonte di degradazione di spessore quasi mai superiore al metro, dovuto alla degradazione meteorica e agli squilibri meccanici sulle masse affioranti. Tale orizzonte è caratterizzato da consistenza mediamente plastica (attribuibile alla componente argillosa) e da indici di qualità geomeccanica RDQ bassi.

Nell'area è stato valutato, sulla base dei dati di perforazioni, uno spessore della formazione di circa 150 m. Le quote di rinvenimento del substrato variano generalmente tra 383 e 405,4 m s.l.m. La morfologia

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 27 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

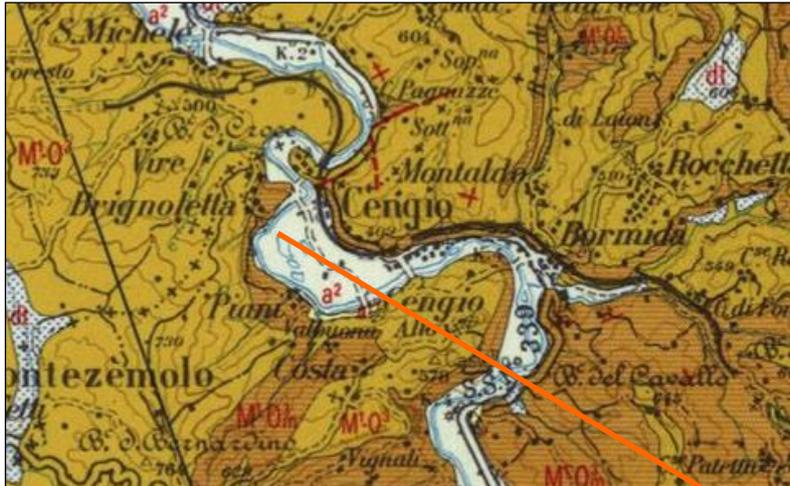
del tetto del substrato marnoso è condizionata oltre che dalle condizioni di giacitura degli strati anche da un alto morfologico, che si estende dal bordo nord est dello stabilimento fin circa all'altezza dell'Ex-Oleum, dove il salto morfologico si attenua sino ad annullarsi.

La Formazione di Monesiglio, che giace stratigraficamente al di sopra della Formazione di Rocchetta, è tipicamente costituita da arenarie in banchi di potenza metrica separati da sottili intercalazioni marnose e da alternanze di livelli marnosi e arenacei. I tipi litologici arenacei sono costituiti da quarzo prevalente e subordinata muscovite e frammenti di rocce cristalline in matrice calcitica. La marna, talora siltoso-sabbiosa, è grigia o grigio-azzurra, divisibile in scaglie. La Formazione di Monesiglio è legata solo in parte a condizioni di normale sedimentazione marnosa, prevalgono infatti vistosi episodi torbiditici di carattere prossimale, responsabili della sedimentazione dei potenti livelli sabbioso arenacei. Microtorbiditi sono invocate da Gnaccolini (1968) per spiegare le sottili sequenze ritmiche di tipo arenaceo marnoso. Nell'area rilevata lo spessore della formazione è di circa 100 m.

Più recentemente, nell'ambito del Progetto CARG per la costituzione della cartografia geologica d'Italia a scala 1:50:000, si è deciso di adottare il nome formazionale Rocchetta-Monesiglio, in quanto le formazioni sopra citate non risultano sempre agevolmente separabili, a causa della distribuzione irregolare e discontinua dei corpi arenacei intercalati alle peliti nelle diverse località (ref. Note illustrative alla carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio 228 Cairo Montenotte).

In ogni caso il motivo dominante della formazione di Rocchetta-Monesiglio è ovunque costituito da peliti grigio-azzurrognole, che formano monotone successioni spesse decine di metri associate ad intervalli caratterizzati da alternanze più o meno uniformi di peliti e arenarie sottilmente stratificate.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 28 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	



Depositi alluvionali ghiaiosi, sabbiosi e talora argillosi, attuali e recenti.

Area in esame



FORMAZIONE DI MONESIGLIO. Sabbia gialla o rossastra in banchi da 50 cm a 4 m, con grossi noduli arenacei, conglomerato poligenico spesso con resti di Lamelibranchi ed arenaria grigia in strati da 10 a 30 cm con sottili e rare intercalazioni marnose, costituenti nel loro assieme livelli fino a 60-80 m di spessore; marna grigia, talora fessile, localmente alternata ad arenaria in strati fino a 20 cm con strutture da corrente interne e basali, il tutto in livelli fino a 100 m di potenza. La formazione va progressivamente accentuando quest'ultimo carattere verso NE (Serole). Sono frequenti i seguenti Foraminiferi: *Globoquadrina dehiscens dehiscens* (CHAPMAN, PARK & COLLINS) *Globoquadrina dehiscens advena* BERMUDEZ, *Globigerinoides trilobus trilobus* (REUSS) nella parte superiore; *Catapsydrax dissimilis* (CUSHMAN & BERMUDEZ), *Globigerina tripartita tripartita* KOCH *Globigerina venezuelana* HEDBERG e *Globigerina ampliapertura* BOLLI nella parte inferiore. ("AQUITANIANO" - OLIGOCENE SUPERIORE).



FORMAZIONE DI ROCCHETTA. Marna talora siltoso-sabbiosa, grigia, grigio-nocciola o azzurra, spesso divisibile in scaglie o lamine sottili; nella parte medio-superiore localmente si alterna ad arenaria o a sabbia grigiasta, rossicce in superficie, in strati e banchi di spessore vario con impronte da corrente interne o basali. Nella zona di Ceva si intercalano marne calcaree in sequenze sottili, calcarenitiche inferiormente e con argilliti verdastre alla sommità. A NE, nella parte superiore della formazione, marna calcarea o calcari marnosi grigio-chiari, talora con arenarie glauconitiche grigio-brune e calcari bioclastici grigio-nocciola (ME). Nei litotipi marnoso-argillosi sono frequenti i seguenti Foraminiferi: *Globigerinoides trilobus primordius* BLOW & BANNER, *Globigerinoides trilobus trilobus* (REUSS), *Globoquadrina dehiscens dehiscens* (CHAPMAN, PARK & COLLINS) nella parte stratigraficamente più alta della formazione; *Globigerina tripartita tripartita* KOCH, *Globigerina yeguaensis* WEINZIERL & APPLIN, *Globorotalia opima opima* BOLLI, *Catapsydrax dissimilis* (CUSHMAN & BERMUDEZ) nella parte stratigraficamente più basso. Nei litotipi calcarei si segnala *Myogypsina intermedia-globulina*. ("AQUITANIANO" - OLIGOCENE SUPERIORE).

Figura 3-2: Stralcio della carta geologica d'Italia (1:100.000) – Fg. 81 – CEVA

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENGI/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 29 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

3.7 Caratterizzazione della formazione marnosa effettuata per la redazione del Progetto Preliminare di Bonifica

Nell'ambito dell'individuazione degli interventi finalizzati al piano di risanamento dell'area, fu verificata agli effetti progettuali l'impermeabilità della formazione marnosa, con particolare riguardo all'area destinata alla messa in sicurezza permanente.

In particolare, nel Progetto Preliminare di bonifica furono esaminati i risultati delle molteplici indagini eseguite dal 1940 in poi, tra le quali anche numerose prove specifiche finalizzate a determinare e caratterizzare i valori della eventuale permeabilità secondaria del substrato marnoso. All'epoca infatti erano già state realizzate in totale n. 104 prove di permeabilità (tipo Lugeon) testate in n. 74 punti variamente distribuiti nell'area dello Stabilimento.

Inoltre fu realizzata, dal Consorzio BASI, una serie di studi interdisciplinari, via via di maggior dettaglio, sia per individuare le principali lineazioni tettoniche e lo stato di fessurazione dell'ammasso roccioso, sia per determinare la permeabilità associata all'ammasso. Le attività eseguite furono:

- studi e ricerche bibliografiche;
- studio delle foto aeree e rilievo geologico;
- campagna geofisica;
- indagini geognostiche e prove di permeabilità in sito;
- elaborazione dati.

Il rilievo geologico, attraverso anche fotointerpretazione delle fotografie aeree in visione stereoscopica, fu mirato ad individuare le principali strutture tettoniche presenti nei pressi dello Stabilimento e a caratterizzare lo stato di fessurazione del substrato marnoso.

La geofisica, attraverso la metodologia della tomografia elettrica, fu svolta con l'obiettivo di ubicare con maggiore precisione le lineazioni all'interno dello Stabilimento.

Infine, la campagna geognostica, con 6 sondaggi profondi sia verticali che adeguatamente inclinati appositamente ubicati nei pressi delle principali lineazioni tettoniche, fu programmata essenzialmente per eseguire prove di permeabilità in corrispondenza delle aree maggiormente disturbate tettonicamente.

In particolare, per determinare le caratteristiche idrogeologiche delle marne furono realizzate 51 prove di permeabilità in 27 punti, così distribuiti:

- 16 sondaggi (1998) di cui 9 verticali utilizzati per verificare la permeabilità nei primi metri sottostanti il tetto del substrato marnoso e 7 inclinati (lungi 50 m ed ubicati per intercettare le principali lineazioni) con l'esecuzione 18 prove di permeabilità;
- 11 sondaggi nel 2001 di cui 6 profondi 50 m (6 sondaggi profondi), ubicati su indicazione del Servizio Geologico d'Italia, all'interno dei quali furono effettuate 18 prove tipo Lugeon; gli altri 5 sondaggi erano intestati negli orizzonti più superficiali della marna.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 30 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Nella maggior parte dei sondaggi profondi il parametro R.Q.D. (= Rock Quality Designation, che esprime il grado di continuità di una massa rocciosa ed è espresso come il rapporto tra la somma delle singole lunghezze dei pezzi di carota superiori ai 10 cm) risultò sempre superiore al 90%, indicando uno stato di fratturazione assai basso.

In ogni sondaggio, test di permeabilità tipo Lugeon sono stati eseguiti in corrispondenza dei tratti che all'esame delle carote apparivano meno integri (le camere di prova sono state fissate, nei sondaggi più lunghi, con uno spazio di 5 m). Per quanto riguarda l'esecuzione delle prove, ciascun gradino di portata (a regime) fu mantenuto per 10-20 minuti, in salita e discesa. I gradini di pressione furono definiti in funzione della profondità del tratto di prova.

I risultati ottenuti da tali studi, unitamente ai dati desunti dai lavori pregressi, consentirono di esprimere una valutazione attendibile sul grado di permeabilità che caratterizza la formazione rocciosa di base. Qui di seguito è riportata una sintesi dei risultati allora conseguiti in merito alla permeabilità dell'ammasso marnoso. Per maggiori dettagli sulle singole fasi di indagine, si rimanda alla lettura del capitolo 5.2 del Progetto Preliminare, intitolato "*Caratterizzazione della formazione marnosa*".

I risultati del rilievo geologico-strutturale, della prospezione geofisica e delle perforazioni condotte per definire ulteriormente il grado di permeabilità della formazione marnosa sottostante lo Stabilimento permisero di concludere che:

- la Formazione di Rocchetta presentava valori di permeabilità nulli o molto bassi (75° percentile dei valori era nell'ordine di grandezza di 10^{-9} m/s; mentre il valore più ricorrente nell'intervallo di dati corrispondeva a valori di assorbimento nulli) dato confermato anche dall'analisi dei dati storici, variamente distribuiti su tutta l'area dello stabilimento (si veda la Fig. 5.2.2.a del Progetto Preliminare); Pertanto i dati di permeabilità furono considerati come adeguatamente rappresentativi della permeabilità generale della Formazione di Rocchetta in area Stabilimento;
- in alcuni rari casi, nelle porzioni più superficiali, la formazione di Rocchetta presentava localmente valori di permeabilità secondaria più elevati (legati a presenza di alterazione al tetto dell'ammasso), comunque rientranti nella classe di permeabilità bassa. Queste zone superficiali più permeabili erano comunque poco frequenti all'interno dell'area dello Stabilimento e interessavano porzioni circoscritte e senza continuità laterale. Inoltre si considerò che negli strati inferiori le permeabilità diminuivano sensibilmente e che le profondità massime di prova (circa 50 m) corrispondevano ad 1/3 dello spessore dell'intera formazione (150 m).
- anche nelle zone più critiche, indagate tramite 6 sondaggi profondi in corrispondenza della zone di lineazione tettonica, per le quali erano da attendersi gli eventuali valori più elevati di permeabilità legati allo stato di fessurazione della Formazione di Rocchetta, la tenuta idraulica del substrato fu confermata: infatti, la maggioranza delle prove evidenziò valori di permeabilità nulli o molto bassi.

A conferma della mancanza di circolazione idrica all'interno della formazione marnosa si osservò inoltre che nella zona non vi erano pozzi che emungevano acqua dalle marne. A parte i pozzi che attingevano direttamente nelle falde di subalveo presenti nel materasso alluvionale, gli unici pozzi che furono censiti sfruttavano la circolazione nei livelli arenacei della Formazione di Monesioglio, sovrastante la formazione marnosa di Rocchetta.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 31 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

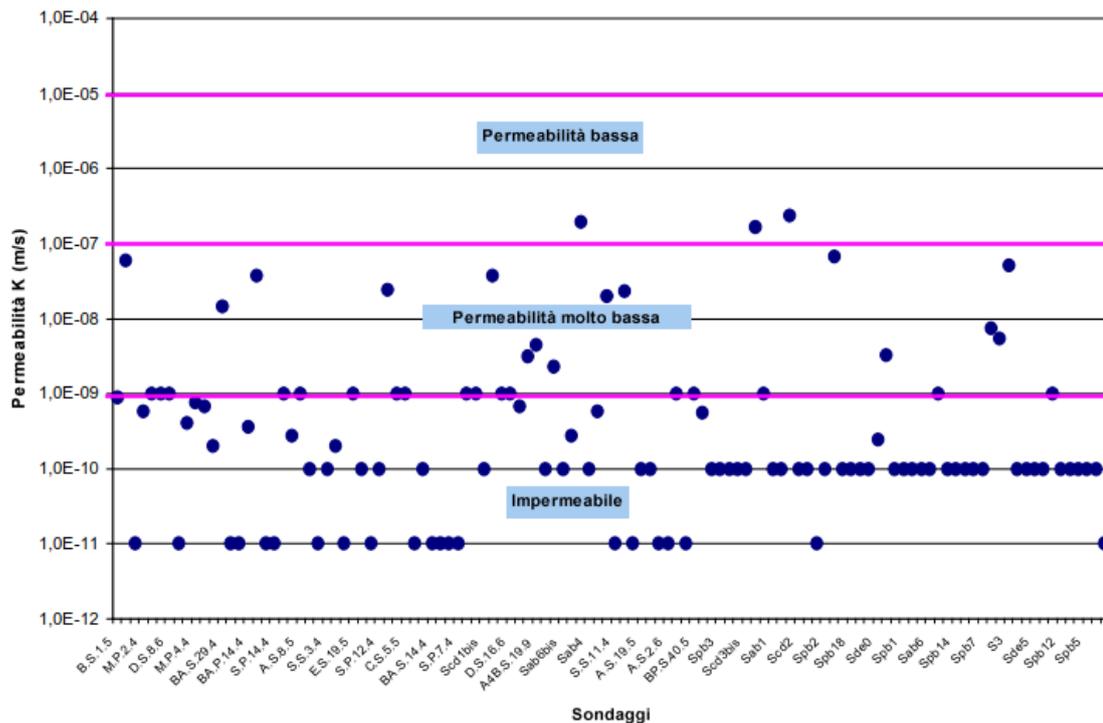


Figura 3-3: Grafico tratto dal Progetto Preliminare, Fig. 5, che mostra i valori “storici” dei coefficienti di permeabilità misurati durante le diverse campagne di indagine dal 1940 al 2002, considerando i valori delle prove effettuate nella parte più bassa del sondaggio. NB per motivi di rappresentatività i valori di permeabilità con assorbimenti nulli furono sostituiti con $K = 1 \times 10^{-11}$ m/s.

3.8 Ulteriori indagini sull'ammasso marnoso effettuate in fase di progettazione esecutiva

A seguito dell'approvazione del Progetto Preliminare di Bonifica l'ammasso marnoso è stato oggetto di numerose ulteriori indagini di tipo geologico, idrogeologico e geotecnico, finalizzate alla progettazione esecutiva delle opere di confinamento definitivo del sito (sistema di contenimento arginale, setto di separazione A1, A2), tutte intestate per diversi metri all'interno dell'ammasso marnoso. Tali opere, integrando il sistema di contenimento già realizzato precedentemente, sono state finalizzate e dimensionate per giungere alla messa in sicurezza permanente del sito. Tali ulteriori indagini hanno confermato l'ottimo grado di impermeabilità della formazione marnosa profonda.

Più in particolare, nell'ambito di questi progetti sono state eseguite ulteriori indagini sulle condizioni dell'ammasso marnoso, tutte corredate di prove di permeabilità di tipo Lugeon e di tipo Lefranc (66 sondaggi che hanno interessato l'ammasso, con 149 valori di permeabilità acquisiti (Tabella 3-1)).

Le indagini hanno concluso che *“il substrato litoide, costituito prevalentemente dalle marne di Rocchetta, presenta una permeabilità generalmente bassa ($k < 10^{-7}$ cm/s), salvo che nelle porzioni sommitali del substrato marnoso in alcune aree, dove il grado di fratturazione della roccia determina una permeabilità secondaria caratterizzata da valori di k compresi tra 10^{-4} cm/s e 10^{-6} cm/s”* e *“l'ottimo grado di impermeabilità della formazione profonda (...). In generale si sono rilevati assorbimenti nulli per i primi*

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 32 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

gradini di prova, mentre in seguito i valori di permeabilità rilevati risultano dell'ordine di 10^{-6} - 10^{-7} cm/s solo per pressioni di 2,50 atm.

In occasione della progettazione del setto di separazione tra la Zona A1 e la Zona A2, nel periodo 2004 – 2006, furono eseguite nuove campagne di indagini e di prove di permeabilità lungo tutto lo sviluppo longitudinale dell'opera. Tali indagini confermarono che il substrato marnoso presenta una permeabilità generalmente bassa ($K < 10^{-9}$ m/sec), salvo che nelle porzioni sommitali del substrato marnoso in alcune aree, dove il grado di fratturazione della roccia determina una permeabilità secondaria caratterizzata da valori di K di 10^{-7} m/s paragonabile comunque ai valori di permeabilità tipici di terreni impermeabili quali le argille.

Data	Nome Documento	n. di sondaggi eseguiti	n. di valori di permeabilità Lugeon
ott-01	ACNA C.O. in liquidazione. Opere di contenimento e drenaggio per le piene del Fiume Bormida - Indagine Geognostica. RCT Srl, Ottobre 2001	20 nelle zone: Basso Piave, A, A-B, C, C-D, D, D-E	30 valori in 20 fori
mag-00	ACNA C.O. in liquidazione. Enichem. PROGETTO PRELIMINARE per la riduzione dell'ingresso di acqua lato monte e lato Donegani. SGI, 24 Maggio 2000	4 in Zona Ponte Donegani e lato Ferrovia	9 valori in 4 fori
ott-04	SYNDIAL S.p.A. - Cengio (SV). Messa in sicurezza permanente - Zona A1- Setto separazione zone A1 e A2 PROGETTO DEFINITIVO - Risultati indagine geognostica e relazione geotecnica	42 (zone A1 - A2)	110 valori in 42 fori

Tabella 3-1: Elenco degli elaborati riportanti valori di permeabilità dell'ammasso marnoso rilevati per i Progetti delle opere arginali di contenimento delle piene e di messa in sicurezza permanente (2000-2008)

3.9 Verifica delle proprietà del substrato marnoso

Nel 2011 AECOM URS Italia, per conto di Syndial, ha analizzato in modo dettagliato tutti gli studi inerenti il substrato marnoso eseguiti dal 1940 ad oggi [4]: in totale, sono stati acquisiti 54 studi, all'interno dei quali sono state rinvenute descrizioni geologiche, stratigrafie di carotaggi eseguiti nell'ammasso, risultati di prove geotecniche e risultati di prove di permeabilità.

Durante l'analisi documentale sono state raccolte ed analizzate tutte le stratigrafie e le prove di permeabilità effettuate. Tutte le informazioni stratigrafiche ed i valori di permeabilità sia orizzontali sia verticali sono stati registrati su di un database, al fine di organizzare e rendere disponibili i dati per eventuali analisi ed elaborazioni statistiche.

I dati di permeabilità sono stati quindi valutati sia singolarmente, sia utilizzando metodi statistici, al fine di ricavare indicazioni puntuali e complessive sulla qualità e sulle caratteristiche dell'ammasso.

Tutte le informazioni disponibili sono state raccolte in un unico database ([4] - Tabelle fuori testo in Allegato 3), al fine di organizzare e creare un gruppo omogeneo e completo di dati per le analisi e le elaborazioni statistiche. Il database è stato popolato con le principali caratteristiche del substrato

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 33 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

marnoso e dei valori di permeabilità ottenuti dalle prove in sito, analizzando nel dettaglio, una per una, le stratigrafie di tutti i sondaggi reperiti e le schede delle prove di permeabilità.

Nel database sono state riportate, oltre alle singole misure di permeabilità, anche altre informazioni fondamentali all'interpretazione di ciascun valore, quali le profondità degli orizzonti di marna alterata e marna integra ricavati dall'esame di ciascuna stratigrafia, le profondità del tratto in prova ed i riferimenti documentali (coerenti con l'archivio elettronico ed il database documentale). Nel database sono state inoltre distinte le prove tipo Lugeon da quelle Lefranc e le permeabilità verticali da quelle orizzontali.

Complessivamente il database risulta costituito da 183 sondaggi nei quali sono state effettuate 351 prove di tipo "Lugeon" e 55 prove di tipo "Lefranc". Sono disponibili: 301 determinazioni di permeabilità orizzontale (K_h) e 110 determinazioni di permeabilità verticale (K_v) ottenuti da prove di tipo Lugeon; 51 determinazioni di permeabilità orizzontale (K_h) e 39 determinazioni di permeabilità verticale (K_v) ottenuti da prove di tipo "Lefranc".

Il database descritto al paragrafo precedente è stato utilizzato per effettuare analisi qualitative e quantitative in merito alla permeabilità dell'ammasso marnoso, facendo principalmente riferimento ai valori di permeabilità derivanti dalle prove di tipo Lugeon che risultano più adatte a descrivere le proprietà idrauliche di un ammasso roccioso.

Per poter effettuare le elaborazioni è stato necessario attribuire un valore numerico a ciascuna prova, adottando i seguenti criteri:

- laddove i documenti riportavano per le prove di permeabilità la dicitura "assorbimento nullo", si è attribuito a quella prova un valore di permeabilità pari a 10^{-10} cm/sec;
- laddove i documenti riportavano un valore di permeabilità espresso come '< di ...' (ad es. < di 10^{-7} cm/s) è stato attribuito in via cautelativa il valore numerico riportato;
- laddove non fosse esplicitamente riportato il valore delle permeabilità verticale, esso è stato dedotto dai valori di permeabilità orizzontale forniti dalle prove di tipo Lugeon; come suggerito dal Progetto Esecutivo di "Messa in sicurezza permanente Zona A1 - Setto di separazione zone A1 e A2 - Relazione Geotecnica" i 'valori di permeabilità sono stati opportunamente ridotti adottando un rapporto di anisotropia $k_h/k_v=5$ (Daniel, 1989) coerente con i valori sperimentali ottenuti su prove nel substrato marnoso'.

Sono state quindi ottenute due serie di dati: una serie di valori di permeabilità orizzontale ed una serie di valori di dati permeabilità verticale, ciascuna delle quali composta da 300 valori di permeabilità, eseguite a diverse profondità in 170 fori di sondaggio.

Considerando l'insieme di tutti i dati, ricavati da prove condotte in condizioni cautelative, si osserva che i valori di permeabilità oscillano in un range molto ampio: le permeabilità orizzontali sono comprese tra 10^{-3} cm/s e 10^{-10} cm/s, mentre le relative permeabilità verticali hanno valori compresi tra $2 \cdot 10^{-4}$ cm/s e $2 \cdot 10^{-11}$ cm/s.

Questo ampio intervallo di valori, che sembra impedire una definizione univoca delle condizioni dell'ammasso, è dovuto al fatto che i valori di permeabilità più elevati corrispondono ad orizzonti prossimi

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 34 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

al tetto della Formazione, più frequentemente interessata da fenomeni di degradazione (e da RQD inferiore al 50%); tali livelli sono però seguiti o intercalati a orizzonti meno disturbati, con valori di permeabilità nulli.

Ad esempio, il valore di permeabilità orizzontale superiore a 10^{-3} cm/s è relativo ad una prova eseguita in un orizzonte alterato prossimo al tetto della formazione (sondaggio A4b.35), pertanto non può essere rappresentativo delle condizioni dell'ammasso. Nel medesimo sondaggio le due prove Lugeon effettuate negli orizzonti immediatamente inferiori presentano invece valori di permeabilità kh pari a 10^{-10} cm/s.

Analogamente, anche per i 7 sondaggi nei quali sono stati riscontrati valori di permeabilità Kh compresi tra 10^{-3} e 10^{-4} cm/s sono state effettuate ulteriori prove a profondità maggiori, che hanno fornito valori di permeabilità o nulli o comunque inferiori, a garanzia del carattere praticamente impermeabile del sistema.

Per meglio definire le caratteristiche dell'ammasso nel suo insieme è risultato più utile effettuare una analisi dei valori più frequenti. A tal fine i valori di permeabilità sono stati raggruppati in classi di frequenza, secondo la seguente Tabella 3-2.

La maggior parte dei 300 valori di permeabilità orizzontale rilevati risulta compresa tra 10^{-6} e 10^{-7} cm/s, mentre la maggior parte dei 300 valori di permeabilità verticale rilevati risulta compresa tra 10^{-7} – 10^{-8} cm/s.

Si sottolinea che il valore di permeabilità che compare più frequentemente (moda dei valori) è pari a 10^{-7} cm/s ($\approx 10^{-9}$ m/s) per la permeabilità orizzontale e 10^{-8} cm/s ($\approx 10^{-10}$ m/s) per la permeabilità verticale.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 35 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

CLASSI	Permeabilità [cm/s]	Frequenza	
		K_h	K_v
1	1E-02 – 1E-03	1	0
2	1E-03 – 1E-04	7	1
3	1E-04 – 1E-05	24	13
4	1E-05 – 1E-06	49	34
5	1E-06 – 1E-07	114	43
6	1E-07 – 1E-08	39	111
7	1E-08 – 1E-09	27	32
8	<1,00E-9	39	66
<i>Totale valori</i>		300	300

Tabella 3-2: Distribuzioni in classi dei valori di permeabilità ottenute da tutte le prove Lugeon effettuate nel sito dal 1940 ad oggi.

Ai fini di ottenere i dati necessari per valutare la reale capacità di confinamento dell'ammasso marnoso del sito di Cengio, considerando la molteplicità delle misure disponibili, è stato necessario attribuire a ciascuna verticale di indagine un unico valore di permeabilità.

Per ciascuna verticale di indagine è stato quindi estratto il valore più basso misurato, rappresentativo degli orizzonti in grado di garantire il confinamento (senza tenere conto, conservativamente, che il confinamento è garantito anche dal fatto che lo spessore dell'ammasso è maggiore di 150 m).

Seguendo questo criterio sono state ottenute due famiglie di dati di permeabilità (orizzontale e verticale), ciascuna costituita da 170 valori, uno per ciascuna verticale indagata. I valori sono riportati nelle tabelle in Allegato 3 al documento [4], mentre la distribuzione di tali valori nell'area del sito è riportata nelle Tavole 2a e 2b fuori testo al documento [4].

Considerando questo secondo insieme di dati, si osserva che i valori di permeabilità oscillano in un range più ristretto: le permeabilità orizzontali rilevate sono comprese tra $2,3 \times 10^{-5}$ cm/s e 10^{-10} cm/s, mentre le relative permeabilità verticali hanno valori compresi tra $4,7 \times 10^{-6}$ cm/s e 2×10^{-11} cm/s.

Il valore medio di permeabilità orizzontale risulta pari a $4,7 \times 10^{-7}$ cm/s ($=4,7 \times 10^{-9}$ m/s), mentre il valore medio di permeabilità verticale è pari a $9,3 \times 10^{-8}$ cm/s ($=9,3 \times 10^{-10}$ m/s).

Nella tabella seguente e nella figura seguente è riportata la distribuzione in classi di frequenza dei valori di permeabilità ottenuti da prove Lugeon (unico valore per ciascun sondaggio), dalla quale si evince che la maggior parte dei valori di permeabilità verticale ricade nella classe inferiore a 10^{-7} cm/s.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 36 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

CLASSI	Permeabilità [cm/s]	Frequenza	
		kh	kv
1	1,00E-02 - 1,00E-03	0	0
2	1,00E-03 - 1,00E-04	0	0
3	1,00E-04 - 1,00E-05	1	0
4	1,00E-05 - 1,00E-06	12	5
5	1,00E-06 - 1,00E-07	71	13
6	1,00E-07 - 1,00E-08	36	74
7	1,00E-08 - 1,00E-09	20	28
8	<1,00E-9	30	50
<i>Totale valori</i>		<i>170</i>	<i>170</i>

Tabella 3-3: Distribuzione in classi di frequenza dei valori di permeabilità ottenuti da prove Lugeon (unico valore per ciascun sondaggio).

I pochi valori superiori a 10^{-7} cm/s, che ricadono nelle classi 4 e 5, sono relativi ad orizzonti o prossimi al tetto dell'ammasso o molto più profondi rispetto all'intestazione delle opere di cinturazione (> 20 m di profondità dal tetto dell'ammasso). Pertanto tali misure hanno scarso peso nella valutazione della capacità di isolamento delle opere.

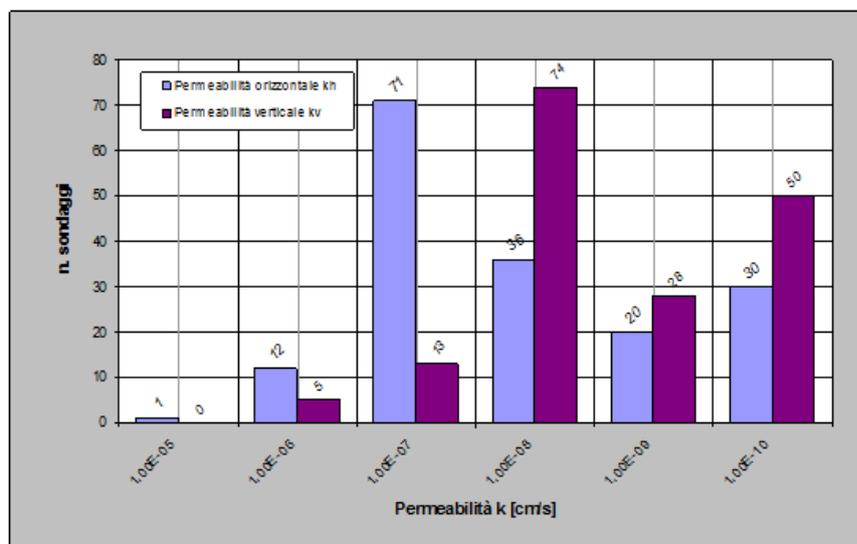


Figura 3-4: Analisi di frequenza dei valori di permeabilità ottenuti da prove Lugeon (valore unico per ciascun sondaggio).

L'analisi numerica conferma quanto già concluso dai diversi studi in merito all'impermeabilità del substrato marnoso, in quanto, oltre agli elevati valori di RQD (tipici di rocce compatte) le prove effettuate in situ hanno fornito valori di permeabilità bassissimi o nulli, sebbene realizzate cautelativamente in corrispondenza delle zone più fratturate.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 37 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

In alcuni casi, sempre negli orizzonti più superficiali della Formazione o in livelli particolarmente fratturati, sono stati rilevati localmente valori di permeabilità più elevati legati alla fessurazione dell'ammasso, che rientrano comunque sempre nella classe di permeabilità bassa.

In ogni caso, è stata sempre verificata, inferiormente a tali orizzonti, laddove sono state intestate le opere di confinamento, l'esistenza di orizzonti di marna con ottime caratteristiche geotecniche, caratterizzati da assorbimento nullo nelle prove Lugeon e da valori di R.Q.D prossimi al 90%.

3.10 Descrizione dei progetti specifici e delle attività effettuate nelle singole aree del sito

Al fine di inquadrare correttamente la Messa in Sicurezza Permanente (MISP) della Zona A1 e le opere e attività ad essa funzionali nell'ambito della bonifica del sito, nel capitolo seguente sono descritti i singoli interventi che compongono l'insieme del quadro progettuale.

In particolare, sono descritti gli elementi chiave delle attività di bonifica su ciascuna area identificata, distinguendo chiaramente tra attività già concluse ed attività ancora in corso, tra opere già realizzate e opere in corso di realizzazione.

Per le attività già concluse, si è fatto riferimento ai documenti progettuali (Progetti esecutivi, as-built e certificato di collaudo), e ai documenti di certificazione ottenuti, mentre per le attività in corso si è fatto riferimento ai progetti definitivi o esecutivi ed ai relativi provvedimenti autorizzativi.

Un elenco della documentazione rilevante per presente SIA in merito ai progetti di bonifica ed alle certificazioni già ottenute (dalle quali sono tratti gli elementi descrittivi del capitolo seguente) è riportato nella Tabella 3-4. I documenti di cui all'elenco sono contenuti in Allegato [5].

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 38 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

AREA	Data	Documento allegato	Allegato
MESSA IN SICUREZZA COLLINETTE RIFIUTI	mar-03	Progetto esecutivo - Messa in sicurezza di emergenza delle collinette mediante asportazione e sistemazione materiali nel deposito preliminare in area Basso Piave	Allegato 5a
OPERE ARGINALI DI CONTENIMENTO DELLE PIENE DEL FIUME BORMIDA E DI CONTENIMENTO E DRENAGGIO DELLE ACQUE DI FALDA INTERNE	giu-02	Progetto esecutivo	Allegato 5i
OPERE ARGINALI DI CONTENIMENTO DELLE PIENE DEL FIUME BORMIDA E DI CONTENIMENTO E DRENAGGIO DELLE ACQUE DI FALDA INTERNE	lug-06	Relazione certificazione di conformità e relativi allegati	Allegato 5c
SETTO DI SEPARAZIONE	mag-06	Messa in sicurezza permanente Zona A1 - Setto di separazione Zona A1 - A2 - Progetto Esecutivo	Allegato 5m
SETTO DI SEPARAZIONE	set-10	Relazione e certificato di collaudo setto	Allegato 5f
ZONA A1	apr-06	Provvedimento autorizzativo n. 81 del 26 04 2006	Allegato 5b
ZONA A1	lug-08	Progetto Esecutivo MISP ZONA A1 - Saipem	Allegato 5d
ZONA A1	giu-17	Adeguamento del Progetto Esecutivo del capping in area A1	Allegato 5o
ZONA A2	gen-10	2010-205 Atto Dirigenziale - Certificazione bonifica	Allegato 5e
ZONA A3	gen-08	Progetto Esecutivo	Allegato 5n
ZONA A3	dic-18	Bonifica delle aree golenali (Zona A3 ed Aree Pubbliche) Relazione di sintesi a supporto del collaudo e della certificazione della bonifica dei terreni e Variante al Progetto di Bonifica	Allegato 5i
ZONA A4	dic-10	Certificazione della Provincia per l'Area A4 Provincia di Savona	Allegato 5g
ZONA A4	mar-12	Certificazione della Provincia per l'Area A4 Provincia di Cuneo	Allegato 5h

Tabella 3-4: Elenco della documentazione rilevante per il presente SIA: Progetti e Certificazioni

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 39 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4. MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELLA ZONA A1

La Zona A1 è ubicata nella porzione Ovest dello stabilimento e comprende l'area Basso Piave, l'ex-area deposito infiammabili, l'ex-Zona Bacini (lagoons) e l'area del rilevato "M". Essa è interamente ubicata all'interno dello stabilimento, occupa una superficie di circa 27 ha ed è delimitata a Nord dal tracciato della ferroviaria Torino Savona, ad est dalla Zona A2 e a Sud Ovest dall'area golenale A3. In Zona A1, sin dall'inizio delle attività dello stabilimento, risalenti alla fine del 1800, furono allocati materiali di rifiuto di origine industriale derivanti dalle stesse attività produttive dello stabilimento ed i bacini di accumulo dei reflui salini (*lagoons*).

Il Progetto Definitivo di Messa in Sicurezza permanente della Zona A1 fu presentato alle autorità nel novembre 2004 e fu approvato il 30/01/2006; il 26/04/2006 il Commissario Delegato ne autorizzò l'esecuzione con Provvedimento n°81 ([5] – Allegato 5b) che recava prescrizioni generali e specifiche, poi direttamente recepite nel progetto esecutivo ([5] – Allegato 5d).

Tutte le prescrizioni sono state puntualmente ottemperate, come si evince dal documento "Report periodico di monitoraggio degli adempimenti amministrativi in tema di bonifiche" prodotto da Syndial e riportato in [6].

L'intervento di Messa in Sicurezza Permanente di tutti i rifiuti / terreni contaminati già allocati nella Zona A1 (ad esclusione dei reflui salini contenuti nei lagoons, smaltiti all'esterno del sito, di cui si tratterà nei successivi paragrafi) e dei materiali provenienti dalle bonifiche delle Zone A2, A3, A4 è consistito nella segregazione finale e totale della stessa Zona A1 da tutte le zone circostanti, attraverso la realizzazione di un confinamento fisico, di un isolamento idraulico e di un capping.

Dal punto di vista strutturale, l'intervento di Messa in Sicurezza Permanente è costituito dai seguenti elementi ([5] – Allegato 5d):

- la cinturazione fisica ed idraulica continua, intestata per diversi metri nelle marne a bassissima permeabilità (opera arginale di contenimento - in viola nella Figura 4-1 e nelle Figure 2 e 3 in Allegato 1) e il setto di separazione Zona A1-A2 (in rosso nella Figura 4-1 e nelle Figura 2 e 4 in Allegato 1) e costituita da:
 - un diaframma plastico in miscela di cemento e bentonite all'interno del quale è posizionato un telo in polietilene ad alta densità
 - un diaframma drenante (lato monte dell'opera di confinamento fisico), che esercita la funzione di drenare le acque di falda interne, permettendone il controllo e la raccolta
- il muro in calcestruzzo armato lungo tutto il perimetro ed in fregio all'argine posto al sopra ed in combinazione con l'opera di confinamento fisico nel sottosuolo, per il contenimento idraulico dalle piene del Fiume Bormida, con le seguenti proprietà:
 - l'altezza del muro è stata dimensionata facendo riferimento ai risultati di una modellazione numerica del fenomeno di piena con tempo di ritorno > 200 anni (= 1.750 m³/s) e considerando, inoltre, un franco di circa 1,0 m

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 40 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

- il muro è impostato su due diaframmi pure in calcestruzzo armato (muro "a sedia"), fondati direttamente nel substrato marnoso. I due diaframmi in calcestruzzo, oltre a svolgere una funzione strutturale, proteggono il diaframma plastico da possibili azioni erosive del fiume (lato valle) e dalle deformazioni indotte dalla spinta delle terre (lato monte)
- il muro è protetto, lungo il margine con l'area Golenale, da scogliere di protezione dall'erosione in massi naturali lungo il tracciato, con geometrie diverse in relazione allo stato dei luoghi ed alle opere in progetto
- l'ammasso marnoso di base praticamente impermeabile in grado di isolare il corpo dei materiali contaminati dalle componenti ambientali circostanti (sulla base di tutte le misure acquisite, infatti, la permeabilità verticale media, risulta inferiore a 1×10^{-9} m/s, su di uno spessore di ben 150 m),
- la copertura finale, con caratteristiche compatibili con le coperture per discariche di rifiuti pericolosi.

A queste opere si associano altri interventi accessori, quali ad esempio una serie di interventi di regimazione delle acque superficiali e sotterranee provenienti dal versante posto a nord dello stabilimento (monte idrologico ed idrogeologico) con l'obiettivo di limitare l'ingresso nell'area di acque provenienti dall'esterno e quindi minimizzare i quantitativi di acque da drenare e trattare (*"Interventi per la riduzione delle ingressioni superficiali e sotterranee lato Ponte Donegani e lato ferrovia - Snamprogetti, 2006"*).

Ai fini delle suddette attività di Messa in Sicurezza Permanente, il Progetto prevedeva alcune azioni propedeutiche di messa in sicurezza d'emergenza, tra cui:

- lo smaltimento dei reflui salini contenuti nei bacini situati nella Zona A1;
- lo spostamento e stoccaggio provvisorio nella Zona A1 dei rifiuti (collinette), posti esternamente all'area di stabilimento sul greto del fiume ([5] – Allegato 5a).

Anche di queste attività si tratterà dettagliatamente nei paragrafi seguenti.

Ad oggi tutte le attività previste dal progetto sono state effettuate e collaudate, ad eccezione del capping finale, in corso di realizzazione e la cui ultimazione è prevista per il 2020.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 41 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

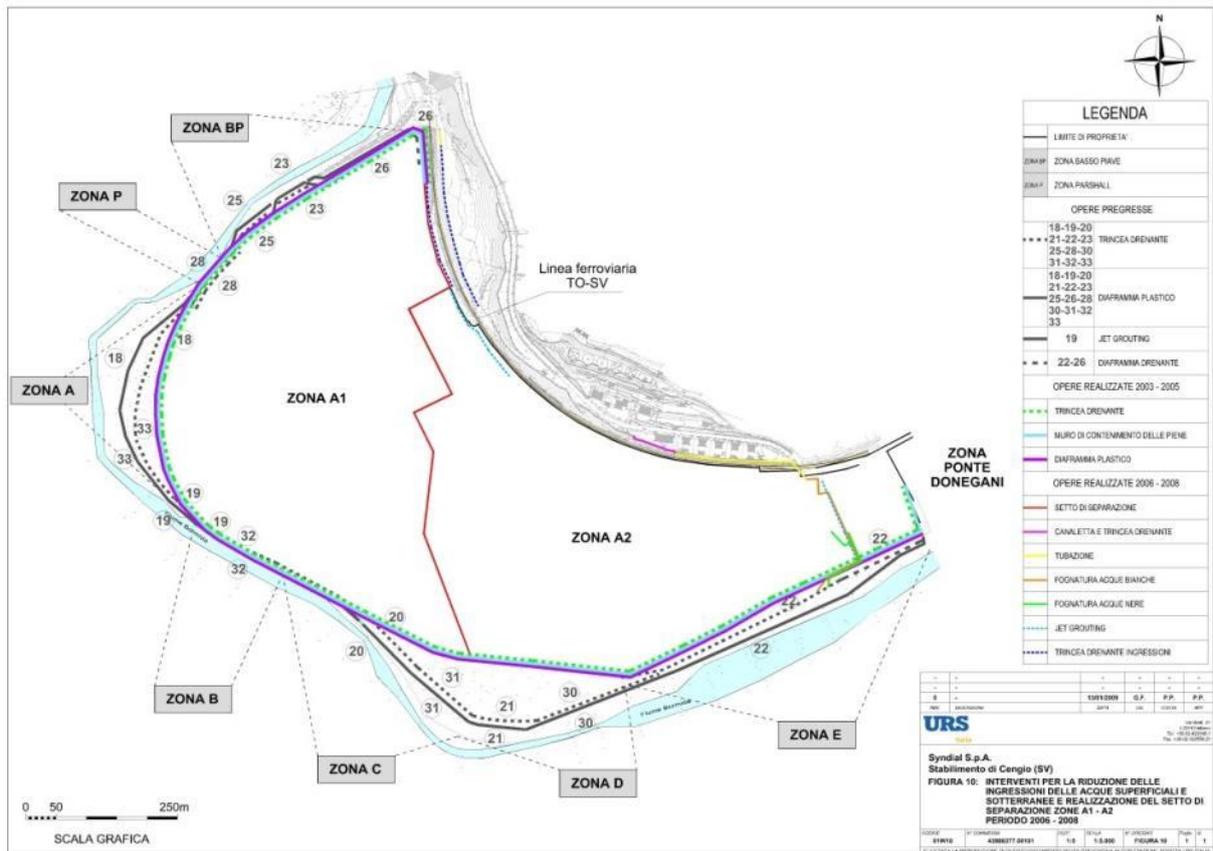


Figura 4-1: Sintesi degli interventi di cinturazione e confinamento idraulico

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 42 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

4.1 Svuotamento dei “Lagoons” e smaltimento dei reflui salini

Allo scopo di risolvere il rischio ambientale rappresentato dalla presenza dei lagoons in Zona A1, Syndial, a seguito della sottoscrizione dell'Accordo di Programma del 04.12.2000, predispose un progetto avente come obiettivo condiviso lo svuotamento dei lagunaggi e lo smaltimento dei reflui salini in discariche autorizzate esterne in Germania.



La Conferenza di Servizi espresse parere favorevole alla attuazione del progetto in data 29.04.2001 e l'autorizzazione al progetto fu data dalla gestione Commissariale nell'agosto 2002. Il progetto prevedeva inizialmente due modalità per la rimozione dei reflui salini dai bacini:

- dissoluzione con l'ausilio di zattere galleggianti dotate di agitatore;
- estrazione con escavatore a benna mordente e successiva fusione del sale estratto nell'impianto prospiciente il bacino N.

Una volta sciolti, i sali sodici venivano inviati ai serbatoi di stoccaggio e da qui all'impianto di essiccazione (IESS). I sodici essiccati venivano quindi insaccati in big-bags del peso di 1500 kg, caricati su convogli ferroviari (composti di 16 vagoni) e trasferiti presso le miniere di salgemma in Germania (4-5 convogli al mese).

La costruzione degli impianti nella loro globalità, ivi inclusi le infrastrutture di servizio (raccordo ferroviario) e gli impianti al contorno (estrazione, stoccaggi, utilities, ecc.) fu sostanzialmente completata in 13 mesi. L'attività iniziò nella

seconda metà del mese di settembre 2002 a partire dal bacino G, mediante l'impiego della prima delle due gru a derrick previste. L'attività si caratterizzò fin dall'inizio dalla necessità di adeguare tra loro le varie procedure di estrazione, essiccazione ed insaccamento, anche con modifiche di impianto resesi necessarie in corso d'opera, in modo da ottimizzare l'efficienza delle operazioni.

Nel 2003 inoltre fu individuata una soluzione alternativa di estrazione di lungo periodo, simile a quella di progetto, ma mediante l'impiego di un escavatore semovente al posto della gru su derrick. A tale scopo Syndial richiese l'autorizzazione all'Ufficio del Commissario per l'esecuzione di prove di estrazione del contenuto dei bacini B e 147 seguendo due differenti modalità:

- l'estrazione e l'insaccamento del materiale “tal quale”;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 43 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- l'estrazione ed il trasferimento con appositi mezzi dei sali sodici in bacini adiacenti (laguna A e bacino N) con il successivo trasferimento al sistema di trattamento (fusione).

In data 21 aprile 2005 Il Commissario Delegato concesse l'autorizzazione di cui sopra e furono eseguite le prove che diedero esito positivo. Tra le due modalità operative testate, Syndial ritenne opportuno proporre, per lo svuotamento dei bacini 147 e B, la seconda modalità, che sulla base dei risultati ottenuti offriva maggiori garanzie di fattibilità.

L'autorizzazione alla modifica del sistema di estrazione dei sali sodici dai bacini, secondo le nuove modalità operative, fu rilasciata dal Commissario Delegato il 5 luglio 2005.

Il 7 settembre 2005 iniziarono le operazioni di svuotamento del bacino 147, secondo la nuova modalità operativa. Le attività sul bacino B, invece, furono avviate il 14 settembre successivo, con il taglio e l'asportazione di una parte del telo superficiale di copertura.

Quanto sopra consentì di non perdere ulteriore tempo per il trasferimento dell'impianto di fusione presso i bacini 147 e B, in modo tale da non generare alcuna sospensione nei lavori di svuotamento dei bacini.

Per quanto riguarda la Logistica/Trasporti/Recupero in miniera, anche queste attività, dopo la iniziale messa a punto degli aspetti operativi formali e sostanziali, fu svolta regolarmente. In particolare, la logistica fu affidata a società terza specializzata nella gestione logistica collegata al trasporto ferroviario. Fino al 31.8.2003 la terzizzazione riguardò tutte le attività a partire dal saccone confezionato fino alla preparazione del convoglio pronto per la partenza. Dal 01.09.2003 la terzizzazione incluse anche il confezionamento del saccone e la gestione delle due insacconatrici di servizio all'impianto.

Il trasporto ferroviario fu affidato a società terza specializzata nel trasporto ferroviario di rifiuti che si avvalese delle strutture in impianti ed attrezzature di:

- vettore ferroviario italiano per il trasporto sul territorio nazionale;
- vettori ferroviari tedeschi per il trasporto dalla frontiera italiana alle miniere di destino.

Il trasporto si attestò su un livello operativo di almeno 3 convogli per mese con partenza fissata al 2° giorno lavorativo della settimana ed arrivo a destinazione nella serata del giorno successivo. Non furono effettuati trasporti "straordinari" su tracce diverse da quelle sopra indicate.

Il recupero in miniera avvenne normalmente a partire dalla mattinata successiva all'arrivo del convoglio e fu effettuato a cura del personale della miniera di destino.

I lavori di Messa In Sicurezza di Emergenza dei reflui salini contenuti nei bacini di stoccaggio (lagoons) furono conclusi in data 28 novembre 2006 quando, dallo scalo ferroviario interno allo stabilimento ACNA di Cengio, prese avvio il convoglio diretto in Germania alla miniera GTS di Teutschenthal, con l'ultimo carico di reflui salini essiccati, dopo quattro anni dall'inizio degli stessi ed in anticipo rispetto ai tempi inizialmente prefissati (Comunicazione del Commissario Delegato Prot. N. 1189/2006/UC/IIC – VID).

In totale sono stati bonificati circa 300.000 m³ di reflui salini, mentre le quantità totali di sali essiccati e conferiti in discarica/miniera in Germania sono risultati pari a circa 134.000 tonnellate.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 44 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Complessivamente furono predisposti 90.244 “big bag”, ottenuti dal confezionamento dei materiali essiccati, poi conferiti presso impianti di smaltimento specificatamente autorizzati, quali le miniere di sale in Germania (Teutschenthal, Bleicherode e Sondershausen).

Il trasporto fu effettuato con 185 treni dedicati e 2.827 carri ferroviari.



Figura 4-2: Svuotamento dei lagoons



Figura 4-3: Bigs bags dei Sali sodici essiccati destinati alle miniere di sale in Germania

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 45 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.2 Messa in sicurezza delle collinette per asportazione e deposito in Zona A1

Gli interventi effettuati per la Messa in Sicurezza di Emergenza delle due collinette sono definiti nel "Progetto di Messa in Sicurezza di Emergenza delle collinette mediante asportazione – deposito preliminare rifiuti e terreni contaminati in area Basso Piave"- del 22 Ottobre 2002, redatto dal Consorzio Basi.

Il 20/12/2002 il Commissario Delegato, con provvedimento Prot. 1388/messa in sic/COLLINETTE, approvò il deposito preliminare in Zona A1 (Basso Piave) per l'abbancamento dei materiali provenienti dalle "Collinette".

Gli interventi sono consistiti nella asportazione dei rifiuti e dei terreni contaminati e la loro sistemazione nel deposito preliminare realizzato in Zona A1, area Basso Piave, ove erano già stati accumulati nel passato (negli anni '70) terreni frammisti a scarti di produzione

4.2.1 Descrizione e morfologia

Le due zone, denominate "collinette", erano situate in corrispondenza delle aree golenali del Fiume Bormida prospicienti lo stabilimento EniChem S.p.A. (Figura 4-4 e Figura 1 in Allegato 1).

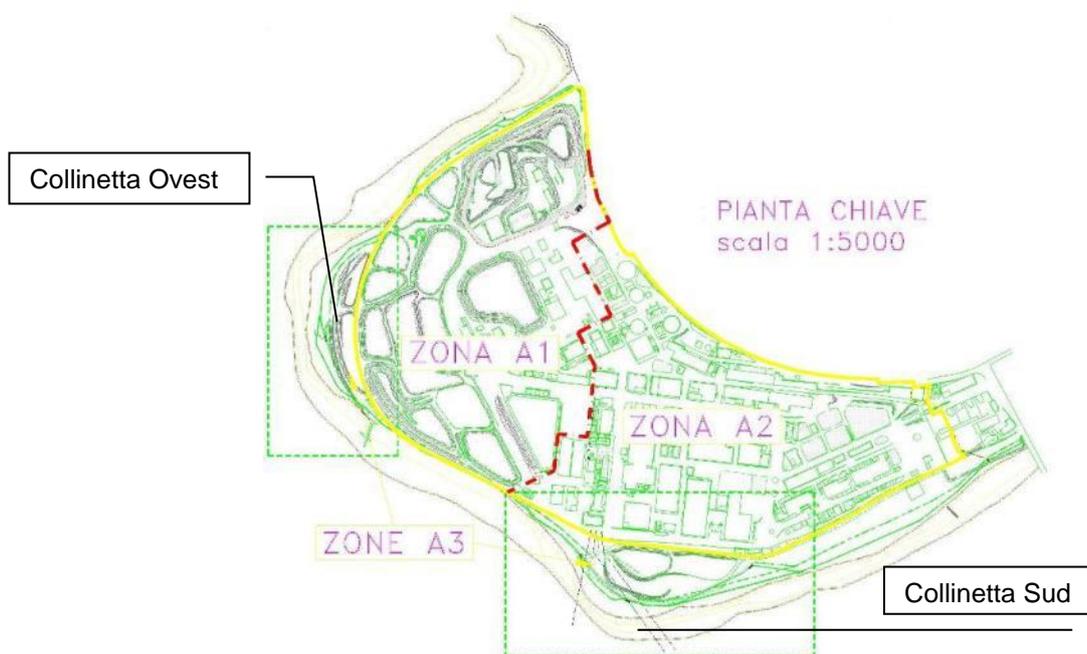


Figura 4-4: Estratto da planimetria catastale dello stabilimento di Cengio con ubicazione delle cosiddette "collinette"

Tali aree ricadono in Zona A3, definita nell'ambito dell'Accordo di programma, ed erano comprese tra il muro di cinta dello stabilimento e le esistenti opere di contenimento e drenaggio delle acque sotterranee.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 46 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

La prima "collinetta" era situata ad ovest dello stabilimento, in corrispondenza dei settori A e A-B. Occupava una superficie di circa 11 000 m², morfologicamente caratterizzata da gradoni con pendenza delle scarpate di circa 30÷40°.

Il rilevato presentava un'altezza massima pari a circa 7,50 m rispetto al piano campagna locale ed era suddiviso in due cumuli da una pista di transito posta in corrispondenza di un cancello di ingresso allo stabilimento esistente.

A sud della collinetta, lungo il piede della stessa, era presente una scogliera di protezione in massi per proteggere il rilevato artificiale dalle piene del fiume Bormida.

La seconda "collinetta", situata a sud dello stabilimento, in corrispondenza dei settori D e D-E, occupava una superficie di circa 17.000 m² e presentava cumuli con zone sommitali che raggiungevano un'altezza massima di circa 4,0 m rispetto al piano campagna locale.

A ovest della collinetta, lungo il piede della stessa, era presente una scogliera di protezione in massi per proteggere il rilevato artificiale dalle piene del fiume Bormida.

4.2.2 **Movimentazione dei materiali delle collinette**

Di seguito si illustrano le attività condotte, evidenziando che la movimentazione dei materiali (asportazione, trasporto e stoccaggio) e la loro gestione fu condotta nel rispetto di quanto previsto nei documenti riportati in appendice B del Progetto Esecutivo ([5] – Allegato 5a), redatto nel 2003 a seguito dell'autorizzazione al deposito preliminare da parte del Commissario delegato. Per quanto concerne l'abbancamento dei materiali nel deposito preliminare autorizzato in area "Basso Piave", questo fu condotto nel rispetto di quanto previsto nel Progetto Esecutivo.

Asportazione

L'attività di asportazione fu eseguita mediante escavatore a benna rovescia che caricò direttamente gli autocarri tramite i quali il materiale venne trasferito nell'area del deposito preliminare. L'escavazione fu condotta operando direttamente dal piano di campagna, senza prevedere rampe di accesso agli scavi per i mezzi di trasporto. Durante tutta l'attività fu mantenuta in efficienza la scogliera di protezione presente in alcuni tratti del piede delle collinette. Al fine di evitare la formazione di polveri durante i lavori, tutti i fronti di scavo furono costantemente mantenuti umidi mediante l'utilizzo di idonei irroratori. Laddove lo scavo avvenne in presenza di acqua, si provvide all'aggottamento ed al trasferimento della stessa all'impianto di trattamento dello stabilimento, in accordo con le procedure interne di stabilimento.

Trasporto

Il trasporto fu eseguito tramite autocarri ribaltabili, con il cassone a tenuta e coperto, onde evitare la dispersione delle polveri. Gli autocarri furono sottoposti al lavaggio delle ruote e del sottoscocca, sia quando carichi lasciavano l'area delle "collinette" e entravano in stabilimento, sia quando scarichi lasciavano l'area del deposito preliminare. Il lavaggio veniva eseguito nelle apposite piazzole automatizzate predisposte sia nell'ambito dell'esecuzione dell'opera di contenimento delle piene che in "Basso Piave", regolamentandone la gestione comune.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 47 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Per quanto concerne le piazzole di lavaggio, le acque venivano inviate all'impianto di trattamento dello stabilimento mentre il solido raccolto veniva inviato al deposito preliminare.

In corrispondenza delle "collinette" e nel deposito preliminare gli autocarri non transitavano direttamente sul materiale contaminato, per evitare che le ruote si sporcassero; erano, invece, i mezzi adibiti all'escavazione e/o alla sistemazione del materiale a spostarsi dalla Zona di operatività all'area di carico e/o scarico degli autocarri. Gli autocarri hanno avuto accesso alle aree "collinette" attraverso i passaggi già esistenti lungo la recinzione di stabilimento e percorrendo la viabilità predisposta per la realizzazione delle opere arginali descritte al successivo par. 4.3.

Stoccaggio

I materiali delle collinette furono sistemati nel deposito preliminare in area "Basso Piave" in due cumuli distinti: in un cumulo furono abbancati i rifiuti e nell'altro i terreni contaminati.

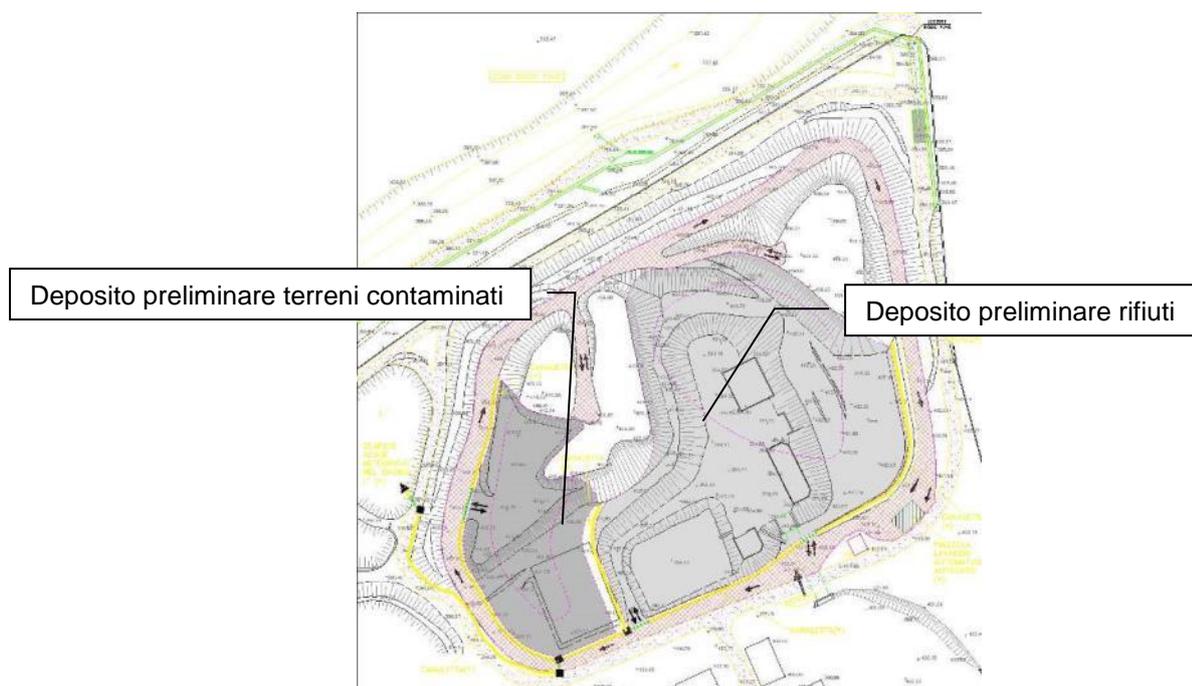


Figura 4-5: Ubicazione dei depositi preliminari in area Basso Piave (Zona A1) nell'ambito della messa in sicurezza di emergenza

I rifiuti furono sistemati colmando da prima la depressione esistente e successivamente, continuando in rilevato, addossando il materiale ai due rilevati storici già presenti nell'area.

I terreni contaminati furono abbancati a partire dal pianoro adiacente alla depressione dove venivano abbancati i rifiuti.

Durante i lavori di abbancamento fu valutata la necessità di stabilizzare meccanicamente i materiali da stoccare con del materiale idoneo recuperato nel sito, al fine di permettere l'abbancamento stesso e

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 48 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

garantire la stabilità del cumulo. In particolare per quanto riguarda l'angolo di scarpata di modellamento del cumulo, questo fu mantenuto non superiore a 18° (circa 1/3 verticale/orizzontale).

Per quanto concerne le modalità di abbancamento, gli autocarri percorsero le apposite piste perimetrali presenti nell'area del deposito preliminare per raggiungere i punti di scarico, evitando l'ingresso sui cumuli di materiale stoccato, mentre altri mezzi meccanici dedicati provvidero alla stesa e compattazione del materiale scaricato dai camion ed alla formazione dei cumuli.

Copertura finale del cumulo dei rifiuti

Il cumulo dei rifiuti, una volta terminato tutto l'abbancamento dei materiali, fu ricoperto con teli impermeabili al fine di evitare il dilavamento dei materiali abbancati da parte delle precipitazioni atmosferiche.

Rete raccolta gas

I materiali stoccati non producono gas, ma in considerazione del fatto che questi potevano contenere materiale organico proveniente dalla vegetazione residua, che avrebbe potuto portare alla formazione di biogas, fu predisposta una apposita rete di raccolta gas realizzata come di seguito descritta:

- compattazione e livellazione della sommità del cumulo in modo tale da avere una superficie regolare con pendenze verso un unico punto, posto su un lato del cumulo stesso, dove convogliare le tubazioni di captazione del gas. La pendenza minima di riprofilatura delle sommità è stata di almeno 2%;
- posa in opera sulla sommità del cumulo (rivoltato per almeno 2 m lungo le scarpate dello stesso) di un geotessile non tessuto del peso di circa 200 g/m² quale strato di separazione;
- stesa su tutta la sommità del cumulo di uno strato di sabbia grossolana lavata dello spessore di circa 20 cm, quale strato drenante;
- posa in opera, all'interno dello spessore della sabbia, di tubazioni finestate in HDPE Ø100 mm PN 4, avvolte in una calza di geotessile, quali elementi di captazione del gas;
- posa in opera del pozzetto di raccordo delle tubazioni e del tronchetto di attraversamento del telo impermeabile e di sfiato del gas, senza fondo ed allettato in sabbia in modo tale da permettere il drenaggio della condensa.

Impermeabilizzazione superficiale

Costruita la rete di raccolta gas si procedette all'impermeabilizzazione superficiale del cumulo, come di seguito descritta:

- posa in opera su tutta la superficie del cumulo di un geotessile non tessuto dal peso di circa 400 g/m² quale strato di separazione e protezione;
- posa in opera del telo impermeabile in HDPE dello spessore di 1,5 mm;
- ancoraggio del geotessile e del telo in HDPE lungo tutto il perimetro di base del cumulo;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 49 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

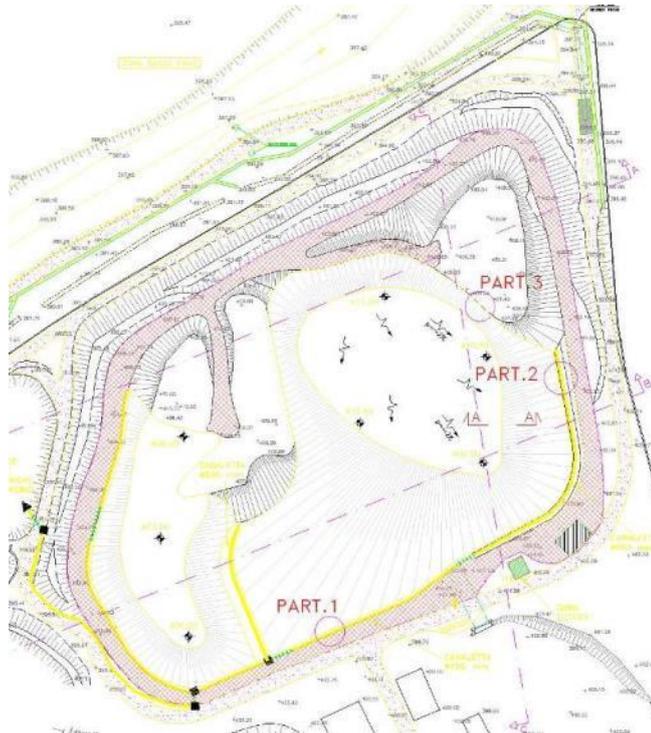


Figura 4-6: Sistemazione finale dell'area Basso Piave (Zona A1)

Nel punto di attraversamento del telo in HDPE con lo sfiato della rete raccolta gas, furono saldati elementi di rinforzo realizzati con fazzoletti dello stesso HDPE utilizzato per la copertura.

Per l'ancoraggio dei teli alla base del cumulo furono utilizzate le canalette di drenaggio e raccolta delle acque meteoriche, dove presenti, mentre nelle altre zone fu costruito un apposito cordolo in cemento.

4.2.3 *Analisi ambientali*

Durante i lavori fu effettuato il monitoraggio della qualità dell'aria per il controllo dell'esposizione dei lavoratori a eventuali inquinanti atmosferici, in forma gassosa o di particolato (considerando le PTS - Polveri Totali Sospese - e le frazioni granulometriche PM10 e PM2,5) che potevano essere emessi dalle attività di movimentazione dei rifiuti e del terreno contaminato costituenti le "collinette", come previsto dal PSC (REL. 44 – BASI – Mar. '03).

Inoltre, per tutta la durata dei lavori, furono monitorati in continuo anche i parametri meteorologici.

Il monitoraggio degli inquinanti fu svolto secondo il programma di misure di seguito descritto, nella cui definizione si era tenuto conto delle indicazioni contenute nella nota dell'ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione E la Sicurezza del Lavoro, Dipartimento Inseadimenti Produttivi e Interazione con l'Ambiente) DIPIA/UF VIII/51 n° 291 del 01 Feb. 2002.

I campionatori di polveri e le trappole per le sostanze volatili in forma gassosa furono opportunamente installati su 4 punti di monitoraggio (2 nel fronte di avanzamento del prelievo terreni delle collinette, e 2

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 50 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

nelle aree di allocazione previste in Basso Piave), scelti in funzione delle posizioni di lavoro e progressivamente riposizionati.

A partire dall'inizio delle attività, il monitoraggio fu effettuato su base giornaliera per la durata dell'orario lavorativo (8 ore/giorno) esteso a 6 giorni/settimana e ripetuto tre volte, con valutazione gravimetrica su base giornaliera del particolato (PTS, PM10 e PM2,5) e analisi sul PTS delle sostanze previste. Nei campioni di sostanze in forma gassose raccolti con le trappole furono ricercati i composti volatili.

Inoltre, i lavoratori potenzialmente più esposti furono dotati di campionatori individuali portatili, per il monitoraggio delle esposizioni agli agenti inquinanti.

I dati rilevati furono elaborati ed esaminati per:

- verificare il rispetto di limiti di riferimento (TLV) anche in relazione alla tossicità cumulativa;
- ricercare una correlazione con parametri meteorologici (ad esempio la temperatura) allo scopo di verificare la possibilità di prevedere livelli di emissione in funzione della previsione delle condizioni meteorologiche;
- individuare eventuali sostanze traccianti rappresentative degli inquinanti emessi;
- valutare i potenziali livelli di esposizione dei lavoratori agli inquinanti per definire in via cautelativa criteri protettivi aggiuntivi (oltre ai DPI), quali ad esempio la durata dei turni di lavoro e/o l'alternanza dei lavoratori nel tempo.

Dalla documentazione relativa a tali monitoraggi si evidenzia che non furono verificati valori superiori alle concentrazioni limiti ammissibili negli ambienti di lavoro.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 51 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.3 Opere arginali di contenimento delle piene del Fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne

Nell'ambito del Progetto del 2002 fu previsto un nuovo sistema integrato di segregazione perimetrale delle aree interne del sito da quelle golenali esterne, costituito da un diaframma impermeabile e sistema di drenaggio delle acque interne, integrati con un muro di contenimento delle piene del Bormida in calcestruzzo armato. Tutte le opere previste furono realizzate nel periodo 2003 – 2006 e collaudate nel 2006.

Le opere arginali realizzano l'isolamento totale delle aree interne del sito dalle aree golenali esterne e dal Fiume Bormida, sia a livello di sottosuolo (terreni e acque sotterranee) sia a livello idraulico (acque superficiali).

In area golenale era già presente, sin dagli inizi degli anni '90, un sistema di confinamento fisico e di drenaggio delle acque interne lungo tutto il perimetro del sito, con un tracciato che ricomprendeva per parte delle aree golenali (aree "Collinette"): il tracciato della nuova opera integrata è stato arretrato rispetto al tracciato del diaframma plastico esistente in modo da coincidere con l'opera arginale sopraterrena e liberare le Aree Golenali da eventuali presidi per permetterne la bonifica (ad oggi ultimata).

In particolare, le opere arginali rappresentano un sistema integrato che si compone di diverse tipologie di opere, ciascuna pensata per svolgere una particolare funzione e tutte insieme necessarie ad isolare idraulicamente lo stabilimento dal Fiume Bormida (Figura 4-7):

- un muro in calcestruzzo armato impostato su due diaframmi pure in calcestruzzo armato (muro "a sedia"), fondati direttamente nel substrato marnoso; l'opera è stata dimensionata per resistere ad altezze d'acqua causate dall'onda di piena di progetto (portata di 1750 m³/s in condizioni di moto permanente – superiore ad una piena con tempo di ritorno = 200 anni - si veda la Relazione di Progetto esecutiva [5] Allegato 5], oltre che i paragrafi seguenti) con franco maggiore od uguale a 1m e quindi tale da scongiurare dal pericolo di esondazione del Fiume Bormida nell'area interna allo stabilimento. I due diaframmi in calcestruzzo, oltre a svolgere una funzione strutturale, proteggono il diaframma plastico da possibili azioni erosive del fiume (lato valle) e dalle deformazioni indotte dalla spinta delle terre (lato monte);
- per quanto riguarda gli aspetti erosivi, lungo il tracciato sono poste, con geometrie diverse in relazione allo stato dei luoghi ed alle opere in progetto, scogliere di protezione in massi naturali;
- un diaframma plastico in miscela di cemento e bentonite (all'interno del quale è posizionato un telo in polietilene ad alta densità), inserito tra i due diaframmi in calcestruzzo, che si immorsa per diversi metri di profondità nel substrato marnoso e costituisce una barriera impermeabile alla filtrazione delle acque di falda verso il Fiume Bormida;
- un diaframma drenante (lato monte), che esercita la funzione di drenare le acque di falda interne, permettendone il controllo e la raccolta.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 52 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Le geometrie delle opere in progetto, così come le modalità di realizzazione, sono variate da zona a zona in funzione sia delle opere già esistenti, che della topografia e delle condizioni geologiche ed idrogeologiche locali (stratigrafia e permeabilità).

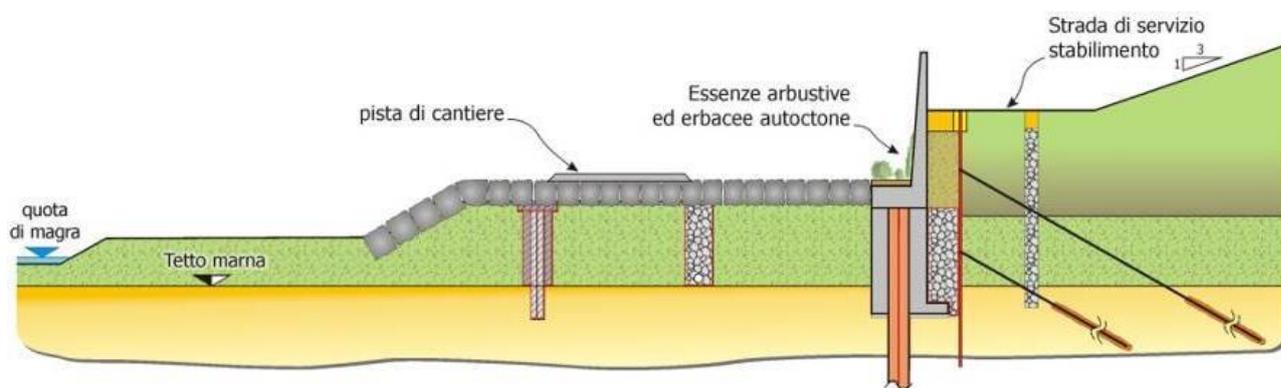


Figura 4-7: Sezione schematica delle opere arginali di contenimento delle piene e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne

4.3.1 Breve richiamo all'iter di approvazione del Progetto

Ottemperando alle richieste della Conferenza, in data 06.10.2000 ACNA C.O. in liquidazione presentò al Ministero dell'Ambiente il Progetto Definitivo "Opere arginali di contenimento delle piene del fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne" che comprendeva un'opera arginale che faceva riferimento alla portata di 1.750 m³/s e manteneva un franco di 1 m per la quota sommitale, integrata con un'opera di confinamento fisico e di drenaggio delle acque interne. Il progetto veniva esaminato e discusso in sede di Conferenza dei Servizi il giorno 25.10.2000.

In data 25 ottobre 2001 la Conferenza dei Servizi formulava parere favorevole sul citato Progetto Definitivo e relative successive integrazioni. Ai sensi di tale parere venivano acquisiti l'autorizzazione del Magistrato per il Po in data 14.01.2002 e la concessione di costruzione del Comune di Cengio in data 28.03.2002.

Il 24/06/2002 la Società emette il progetto esecutivo delle "Opere arginali di contenimento delle piene del Fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne" e affida la realizzazione delle opere alla A.T.I. TREVI. I lavori per la realizzazione delle opere iniziano il 17/02/2003 ([5] Allegato 5I).

A seguito dell'approvazione con prescrizioni del "Progetto preliminare di bonifica" del 17/03/2003, viene ridefinito il tracciato del setto di separazione dell'Area denominate A1 e, di conseguenza, anche il tratto di "Opere arginali" adiacente alla suddetta area, che si sarebbe dovuto estendere per ulteriori 250 m. Per tale motivo e per altri adeguamenti minori intervenuti durante la fase di progettazione esecutiva e costruttiva delle opere, in data 29/07/2004, la Società trasmette al Commissario Delegato la "Variante non Sostanziale al Progetto Definitivo", e, il successivo 6/10/2004, una nota tecnica di approfondimenti, a seguito d'integrazioni richieste dal Commissario Delegato. Il 19/11/2004, l'intera documentazione viene approvata dallo stesso Commissario, in contemporanea con il prosieguo dei lavori di realizzazione.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 53 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

I lavori furono ultimati entro la data contrattuale del 31/10/2005. Il 26/04/2006 la Società comunicò al Commissario Delegato e agli altri Enti preposti il termine dei lavori di realizzazione delle opere e il 13/07/2006 venne eseguito il collaudo in corso d'opera delle stesse, da parte della Commissione Collaudatrice. La relazione finale ([5] Allegato 5c) certificò che i lavori eseguiti rispondevano a quanto stabilito dal progetto definitivo approvato, in termini di:

- efficacia di sistemi, tecnologie, strumenti e mezzi utilizzati, sia durante l'esecuzione che al termine delle attività di bonifica e ripristino ambientale;
- efficacia degli interventi nel contenere la migrazione dell'inquinamento;
- efficacia delle misure di sicurezza.

Il 14/03/2007 la Società trasmise alla Provincia di Savona, ai fini delle successive attività di certificazione, una copia conforme all'originale della certificazione di collaudo delle "Opere arginali di contenimento delle piene del Fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne".

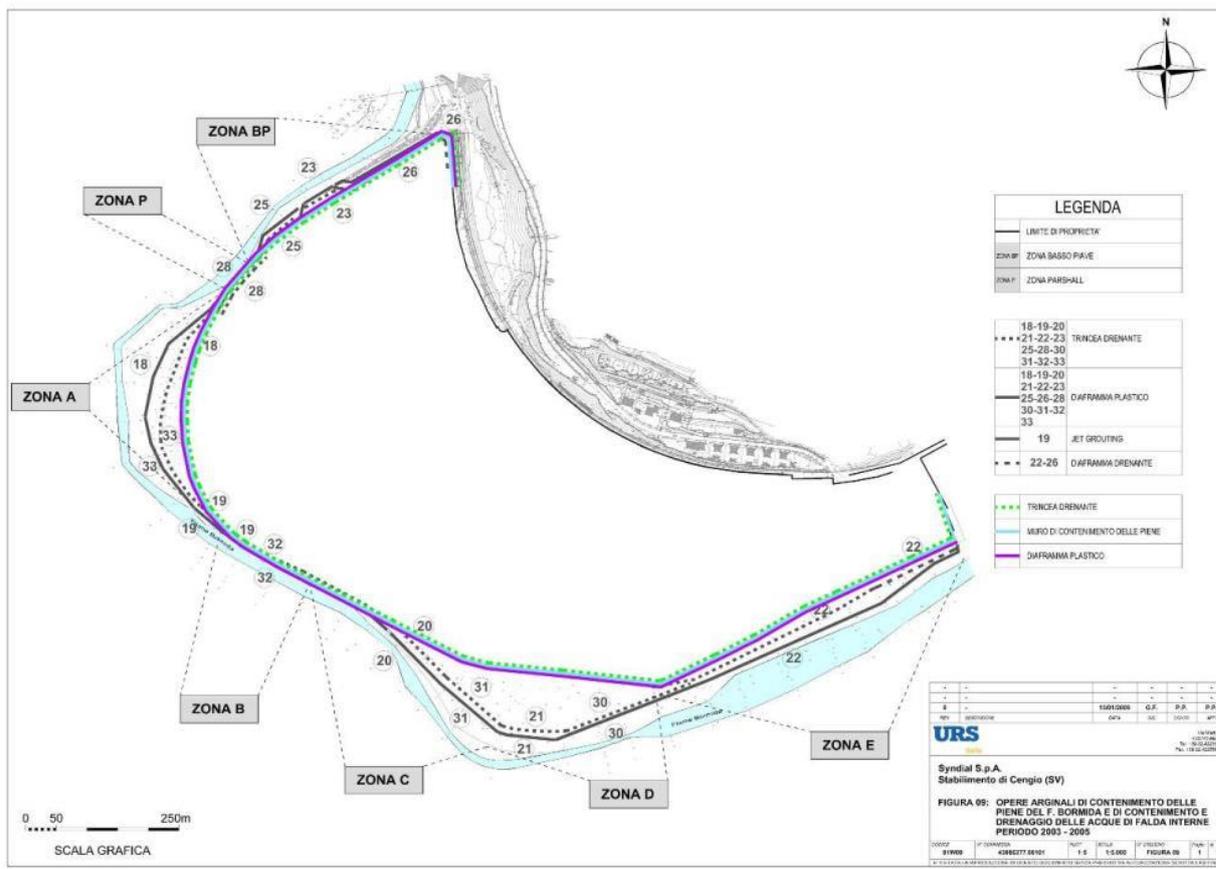


Figura 4-8: Tracciato delle opere arginali di contenimento delle piene del fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 54 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.3.2 **Descrizione delle opere arginali realizzate**

La barriera fisica è costituita da un diaframma plastico in miscela cemento-bentonite (DPcb) all'interno del quale è posizionato un telo in polietilene ad alta densità (HDPE), inserito tra i due diaframmi in c.a. e immerso nel substrato marnoso in modo da costituire una barriera impermeabile alla filtrazione delle acque di falda verso il Fiume Bormida.

In corrispondenza del tracciato della barriera insiste un'opera di sbarramento fisico subaereo ("muro"), realizzato allo scopo di scongiurare il rischio idraulico connesso alle potenziali ingressioni delle acque del Fiume Bormida verso lo stabilimento durante eventi di piena eccezionali. Il muro di cinturazione è costituito da due muri di fondazione dello spessore di 0,80 m, da una soletta dello spessore di 1,0 m, che collega la sommità dei muri di fondazione e da un muro in elevazione in c.a.

L'altezza del manufatto è proporzionata al contenimento di una piena di progetto di 1.750 m³/s con il franco di 1 m; maggiori dettagli sui criteri di dimensionamento dell'altezza dell'opera arginale sono riportati nel paragrafo 4.3.3.

In funzione delle opere esistenti, della topografia, delle condizioni geologiche e idrogeologiche, per la realizzazione dell'opera sono state sviluppate diverse soluzioni costruttive. Nel dettaglio, si individuano nove soluzioni costruttive che, con riferimento alla nomenclatura progettuale, sono state denominate "tipologie": 0, 1A, 1B, 2, 3, 4, 5, 7 e 8 (Figura 4-9 seguente e Figura 3 in Allegato 1).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 55 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

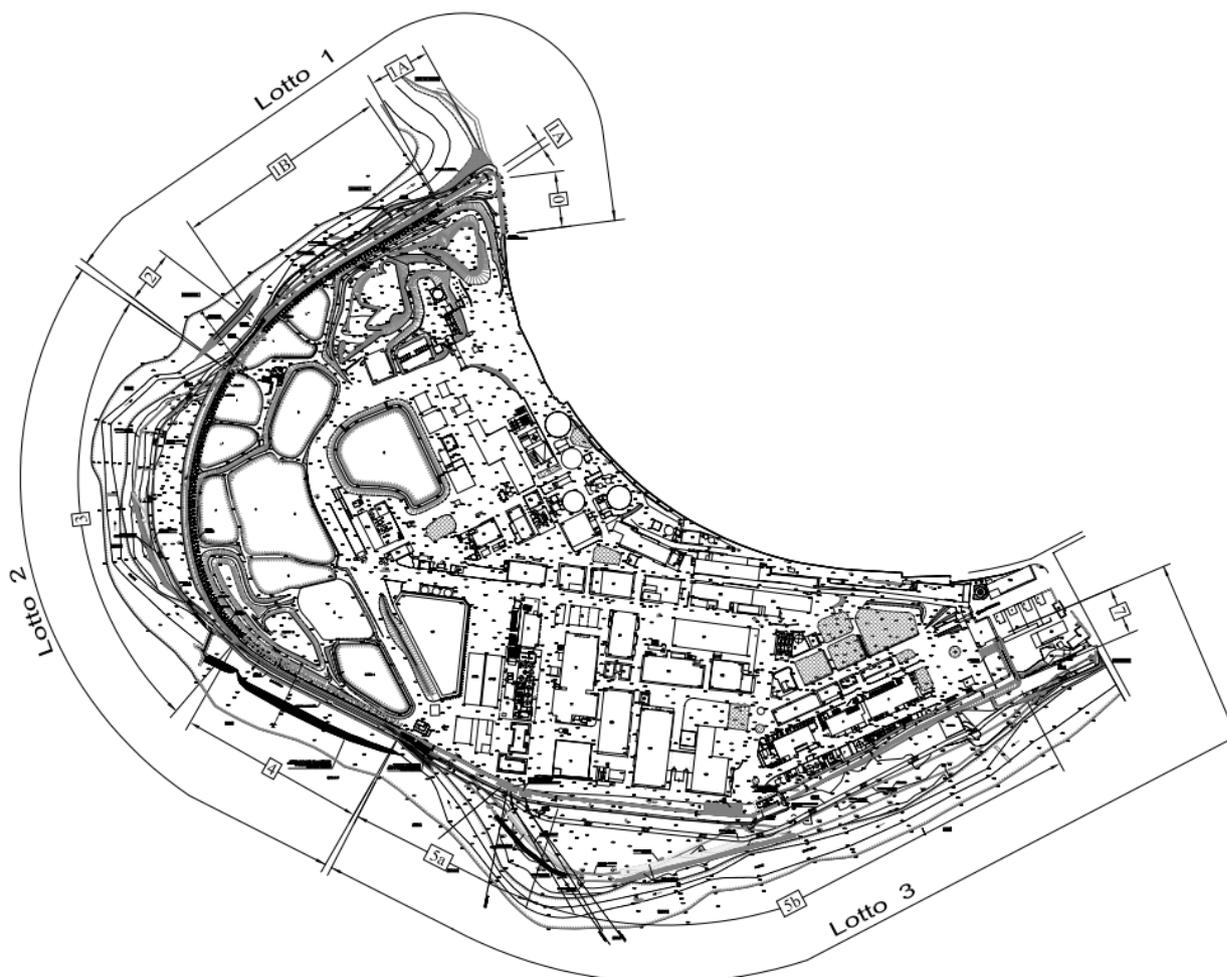


Figura 4-9: Suddivisione in lotti di lavorazione e in tipologie delle opere arginali di contenimento delle piene del fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne

In tutte le tipologie costruttive, all'interno o accanto ai muri di fondazione dell'opera arginale, è stato realizzato il diaframma plastico, mediante getto di miscela plastica acqua/cemento/bentonite per uno spessore minimo di 1,0 m, che si immorsa nel substrato di marna litoide diversi metri dalla quota di posa delle fondazioni delle opere in calcestruzzo armato.

All'interno del diaframma, in posizione centrata e verticale, è stato posato un telo in HDPE dello spessore di 2,5 mm. Le connessioni tra i vari segmenti del diaframma sono state realizzate senza soluzione di continuità tramite la scopertura degli estremi in lavorazione e saldatura di appositi nuovi giunti per garantire la connessione del telo HDPE in modo tale da rendere continua la barriera impermeabile.

In tutte le tipologie costruttive, lungo tutto lo sviluppo longitudinale dell'opera, a tergo del setto impermeabile è stata realizzata un'opera drenante, per intercettare le acque interne contaminate, di larghezza minima di 1,0 m ed impostata ad una quota corrispondente al tetto della marna litoide. Il sistema drenante è costituito da una tubazione fessurata in HDPE DE 250 posta sul fondo scavo, da un

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 56 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

riempimento in materiale drenante selezionato, il tutto avvolto da un geotessile a maglia larga con funzione di filtro.

Anche per il sistema drenante, per meglio adattarsi alle situazioni in cui gli spazi disponibili non hanno consentito l'apertura di scavi con larghezza adeguata sono state sviluppate due soluzioni costruttive:

- trincea drenante: realizzata mediante scavo a sezione trapezia con riempimento di ghiaia, rivestimento in geotessile e tubo drenante di fondo;
- diaframma drenante: realizzato mediante scavo a sezione rettangolare stretto e profondo allestito come il precedente.

In entrambi i casi, lungo lo sviluppo dell'opera drenante, per l'emungimento ed il controllo delle acque di falda interna intercettate, sono stati realizzati pozzi di estrazione (il cui numero è proporzionale alla lunghezza del settore drenato) in acciaio AISI DE 800 mm, coperti con chiusino carrabile, attrezzati con elettropompa sommersa ad innesco automatico e dotati di tutti i sistemi di sicurezza previsti dal progetto. I pozzi sono attrezzati in genere con due pompe che mandano le acque emunte ad un collettore con recapito finale al sistema di trattamento.



Figura 4-10: Fasi di realizzazione delle opere arginali di contenimento delle piene del fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne

4.3.3 Dimensionamento dell'altezza dei muri arginali

La finalità dell'opera di contenimento arginale (muro arginale) era quello di realizzare la messa in sicurezza permanente del sito attraverso l'isolamento dell'area dello stabilimento dalle piene del fiume Bormida e la contestuale segregazione della falda idrica interna rispetto a quella esterna. Ad eccezione delle zone Parshall (P) e B-BC in sottomurazione (Figura 4-9) le nuove opere si sono sviluppate all'interno del sistema di contenimento della falda preesistente e realizzato negli anni '90 ([5] Allegato 5 dell'Allegato 5c).

Storicamente, le motivazioni delle opere hanno tratto origine da una serie di iniziative intraprese prima da ACNA CHIMICA ORGANICA S.p.A, poi Syndial, aventi lo scopo di isolare e proteggere le aree dello stabilimento dal rischio idraulico derivante dalle piene del Fiume Bormida che scorreva per un certo tratto

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 57 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

in fregio al muro di cinta dello stabilimento. Sulla base di tali motivazioni, lo Studio Geotecnico Italiano fu incaricato della redazione del progetto di base "Sistemazione idraulica delle opere di contenimento delle piene del fiume Bormida". Il progetto veniva emesso nel 1998 ed approvato dal Magistrato per il Po, ufficio operativo di Alessandria, il 31.08.1998. Successivamente lo stesso S.G.I. emetteva in data 15.03.1999 il primo progetto esecutivo.

Va evidenziato che i progetti di cui sopra facevano riferimento alla valutazione delle portata critica effettuata dal D.I.I.A.R. del Politecnico di Milano (1991 e 1996) pari a $1.150 \text{ m}^3/\text{s}$ con tempo di ritorno di 200 anni. Lo S.G.I nel dimensionamento delle opere aveva fatto riferimento a tale portata mantenendo un franco di 1 m che consentiva di contenere una portata aggiuntiva di circa $150 \text{ m}^3/\text{s}$ pari alla capacità di svuotamento degli organi di fondo dell'invaso di Osiglia, posto a circa 30 km a monte dello stabilimento. Il valore della portata di riferimento è stato discusso in varie occasioni dagli enti interessati all'approvazione del progetto di messa in sicurezza del sito di Cengio. Gli stessi enti demandavano all'Autorità di Bacino del fiume Po la competenza per la definizione della portata stessa.

La Segreteria tecnica dell'Autorità di Bacino del Po fissava il valore in questione in $1.750 \text{ m}^3/\text{s}$ (prot. n° 2197 del 17.04.2000), sulla base di un principio di precauzione, prescindendo dalla assegnazione di un tempo di ritorno, che risulta comunque essere superiore o almeno uguale ai 200 anni.

La suddetta portata di riferimento è stata recepita dalle conferenze dei Servizi che si sono svolte presso il Ministero dell'Ambiente il 7 giugno 2000 e il 20 luglio 2000. Nel verbale della riunione del 7 giugno, ricevuto dall'allora ACNA il 6 settembre 2000, la Conferenza dei Servizi richiedeva di presentare entro 30 giorni l'adeguamento del progetto, già presentato in passato, delle opere di protezione che assumesse come dato progettuale della portata del fiume il valore di $1.750 \text{ m}^3/\text{s}$.

Per ottemperare alle richieste della Conferenza dei Servizi, ACNA C.O in liquidazione, ora Syndial, incaricò lo Studio Geotecnico Italiano di redigere il progetto delle opere arginali di contenimento delle piene del fiume Bormida facendo riferimento alla portata di $1.750 \text{ m}^3/\text{s}$ e mantenendo un franco di 1 m per la quota dell'opera sommitale da eseguire.

L'altezza del manufatto fu quindi proporzionata al contenimento di una piena di progetto di $1.750 \text{ m}^3/\text{s}$ con il franco di 1 m. La simulazione dei livelli idrici nel tronco fluviale fu svolta inquadrando il problema nell'ambito dello schema di moto permanente e dunque in condizioni stazionarie.

Questa schematizzazione comportò l'impossibilità di descrivere l'evoluzione dei livelli idrici, durante le fasi di salita e discesa dell'idrogramma di piena, ma consentiva comunque la simulazione di un evento nel quale la portata di picco transita immutata per un periodo indefinito di tempo.

Considerando la morfologia e l'idrologia del bacino idrografico in esame, i calcoli furono svolti a favore di sicurezza ed inoltre risultarono gli unici ragionevolmente perseguibili, alla luce dei dati idrometrici e pluviometrici allora disponibili.

Al fine di valutare l'andamento dei livelli idrici nel tronco fluviale prospiciente lo stabilimento, i progettisti si avvalsero del codice di calcolo HEC-RAS, che grazie alle sue caratteristiche permise di modellare in modo ragionevolmente realistico il comportamento del fiume Bormida alla portata di progetto assegnata ([5] - Allegato 5I).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 58 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

L'analisi numerica effettuata aveva quindi la finalità progettuale di definire le geometrie delle opere arginali preposte al contenimento di una piena avente portata di progetto pari a 1.750 m³/s. Come ulteriore verifica i Progettisti hanno anche considerato l'eventualità, in occasione dell'evento critico di piena, di un concomitante riversamento in alveo della portata sostenibile dalle luci di fondo della diga di Osiglia.

Fu verificato, tuttavia, che un apporto di 150 m³/sec (portata massima delle luci di scarico della diga) non provocasse aumenti di livello superiori al franco di progetto previsto. Cautelativamente il ponte di Pian Rocchetta fu considerato con fornice principale completamente occluso per simulare un'eventuale ostruzione durante un evento di piena.

Si sottolinea come la progettazione delle opere arginali sia avvenuta considerando un franco di progetto di un metro; il dimensionamento di tali opere, così, è stato effettuato per un'altezza d'acqua corrispondente a quella di calcolo, incrementata di un metro.

4.3.4 **Dimensionamento diaframma drenante**

Il diaframma drenante è costituito da una tubazione in HDPE posta alla base dell'opera, da un riempimento in materiale drenante selezionato per un'altezza di almeno 3,0 metri, il tutto avvolto da un geotessuto a maglia larga del peso di 100 g/m² con funzione di filtro.

Il riempimento a quote superiori è costituito da materiale di riporto granulare lavato ed in sommità è posto in opera un tampone in argilla compattata di 1 metro di spessore. Per l'emungimento delle acque di falda interna intercettate dalla trincea sono stati realizzati dei pozzi di estrazione, distribuiti lungo lo sviluppo longitudinale della stessa ed attrezzati con elettropompe sommerse ad innesco automatico. I pozzi sono stati posizionati con passo 50/120 m in base alla conformazione del tetto della marna litoide e alle tipologie ed estensione delle opere.

La quota di fondo del diaframma drenante è stata tracciata sulla base del profilo del tetto della marna. Il diaframma è stato progettato per raggiungere il tetto della marna litoide, mantenendo una pendenza minima del fondo (0,5%) verso i pozzetti di raccolta.

Tubazione drenante ed elettropompe sono state dimensionate calcolando la portata drenata dal diaframma drenante.

E' stata ipotizzata come condizione di calcolo estremamente cautelativa un livello di falda di altezza 3 m sopra lo strato di marna praticamente impermeabile, a 10 m dalla trincea ed in condizioni di regime permanente.

La portata per unità di lunghezza del diaframma vale (DUPUIT):

$$q = K \cdot (H^2 - h^2) / 2L \text{ [l/s x m]}$$

con:

K = permeabilità dello strato alluvionale;

H = livello piezometrico indisturbato (3 m secondo le ipotesi cautelative adottate);

h = livello piezometrico in corrispondenza del diaframma (0 m secondo le ipotesi cautelative adottate);

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 59 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

L = distanza alla quale non si risente l'effetto del diaframma (assunto pari a 10 m).

Il valore così stimato deve essere quindi confrontato con la portata smaltibile da un tubo DE250 mm, che è la sezione del tubo posto all'interno del diaframma per il drenaggio delle acque. Tale portata è così quantificabile:

$$Q = \frac{87 \cdot \sqrt{R}}{(\sqrt{R} + f)} \cdot A \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

Q = portata della sezione (m³/s)

A = area della sezione bagnata (supponendo il tubo pieno a metà) = 0.025 m²

R = raggio idraulico = 0.0625 m

i = pendenza del tubo

f = coefficiente di scabrezza per tubi lisci = 0.25.

Perché il diaframma possa essere considerato ben dimensionato e quindi in grado di garantire la raccolta e lo smaltimento delle acque sotterranee, la capacità di deflusso della tubazione drenante deve risultare maggiore della portata drenata.

Nella seguente Tabella 4-1 (tratta dal doc: 06528-021R03E03/CHI-DIF-PAR-VEG/ac-pp-rdf Milano, 24/06/2002, facente parte del ([5] – Allegato 5l) sono riportate le verifiche eseguite.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 60 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

VERIFICHE DIAFRAMMA DRENANTE								
	portata diafram. (l/s*m)	Lsinistra (m)	Ldestra (m)	QLs (l/s)	QLd (l/s)	Qtot. drenato (l/s)	pend. min. tubo	portata tubo (l/s)
pozzo 1	0,045	65,5	28,0	2,948	1,260	4,208	0,005	19,224
pozzo 2	0,045	20,5	24,5	0,923	1,103	2,025	0,005	19,224
pozzo 3	0,045	48,5	40,0	2,183	1,800	3,983	0,005	19,224
pozzo 4	0,045	39,5	50,0	1,778	2,250	4,028	0,005	19,224
pozzo 5	0,045	41,0	51,0	1,845	2,295	4,140	0,005	19,224
pozzo 6	0,045	47,5	35,0	2,138	1,575	3,713	0,005	19,224
pozzo 7	0,045	74,5	89,5	3,353	4,028	7,380	0,005	19,224
pozzo 8	0,045	0,0	50,0	0,000	2,250	2,250	0,005	19,224
pozzo 9	0,045	50,0	52,5	2,250	2,363	4,613	0,005	19,224
POZZO 10	0,045	50,0	46,0	2,250	2,070	4,320	0,005	19,224
POZZO 11	0,045	51,0	50,0	2,295	2,250	4,545	0,005	19,224
POZZO 12	0,045	49,5	50,0	2,228	2,250	4,478	0,005	19,224
POZZO 13	0,045	29,5	40,0	1,328	1,800	3,128	0,005	19,224
POZZO 14	0,045	59,5	40,5	2,678	1,823	4,500	0,005	19,224
POZZO 15	0,045	50,0	50,0	2,250	2,250	4,500	0,005	19,224
POZZO 16	0,045	50,0	50,0	2,250	2,250	4,500	0,005	19,224
POZZO 17	0,045	20,0	60,0	0,900	2,700	3,600	0,005	19,224
POZZO 18	0,045	60,0	20,0	2,700	0,900	3,600	0,005	19,224
POZZO 19	0,045	65,5	48,5	2,948	2,184	5,131	0,005	19,224

Tabella 4-1: Verifiche diaframma drenante

4.3.5 Dimensionamento dei muri arginali e tipologie costruttive

La progettazione dei muri è stata condotta considerando la duplice funzione che questi assolvono. In primo luogo tali opere devono garantire la salvaguardia dello stabilimento da una possibile esondazione del fiume Bormida all'interno dello stabilimento: per questo scopo i muri sono stati verificati e progettati per sostenere la spinta dell'acqua del fiume la cui altezza è stata valutata in accordo a quanto ampiamente documentato nella Relazione di Progetto 06528-021R03.

Gli stessi muri, nel contempo, devono garantire un adeguato grado di stabilità nella condizione di scavo per la bonifica dei terreni in alveo. Questa seconda funzione di sostegno delle terre a tergo ha necessitato di verifiche di stabilità indipendenti. L'ipotesi formulata in questo caso è stata quella di scavo fino alla marna per bonifica dei terreni in area golenale e sostegno a gravità delle terre retrostanti (lato stabilimento).

Il dimensionamento dei muri arginali è stato effettuato con i normali metodi proposti dalla normativa italiana (Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici n. 47 dell'11/3/88 "Norme tecniche riguardanti le

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 61 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”), e comunque in modo conservativo e a favore di sicurezza.

In accordo alle prescrizioni di tale decreto, sono state verificate le opere in progetto (paragrafo E.3 D.M. '88) sia con quanto previsto dalla normativa sulle dighe (D.M. n° 1574/30 del 24/03/82 “Norme tecniche per la progettazione e costruzione delle dighe di sbarramento”), sia con quanto indicato al paragrafo D.4 (D.M. '88).

In particolare per le sezioni più critiche sono stati considerati, ove compatibili con i casi trattati, i parametri di riferimento indicati nel citato D.M. '82 ai paragrafi:

- “Dighe murarie in generale”;
- “Dighe ordinarie a gravità”;

Del paragrafo H (“Dighe di materiali sciolti”) si è considerato il valore limite per il fattore di sicurezza nelle analisi di stabilità globale (FS=1.4 a serbatoio pieno).

Sono state inoltre effettuate (paragrafo D.4 del citato DM dell'88):

- verifiche di stabilità globale;
- verifiche di stabilità locale:
 - a. *verifica allo scorrimento;*
 - b. *verifica al ribaltamento;*
 - c. *verifica di capacità portante.*

Le opere trattate non sono state assoggettate a verifiche sismiche in quanto parte di un progetto già approvato e cantierizzato prima dell'entrata in vigore dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 (*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*).

Ai sensi di quest'ultima il comune di Cengio appartiene alla zona 4 e tale classificazione è stata successivamente confermata dalla Regione Liguria con Deliberazione della Giunta Regionale del 16 maggio 2003, n. 530.

Si forniscono di seguito alcuni dettagli costruttivi delle varie tipologie, tratte dalla *Relazione di certificazione della conformità (collaudo 13 Luglio 2006)* ([5] – Allegato 5c)

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 62 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

4.3.5.1 Tipologia 0

E' costituita da un muro di calcestruzzo armato realizzato a cavallo del diaframma plastico esistente ed è stata realizzata in zona basso Piave per una estensione di circa 80 metri.

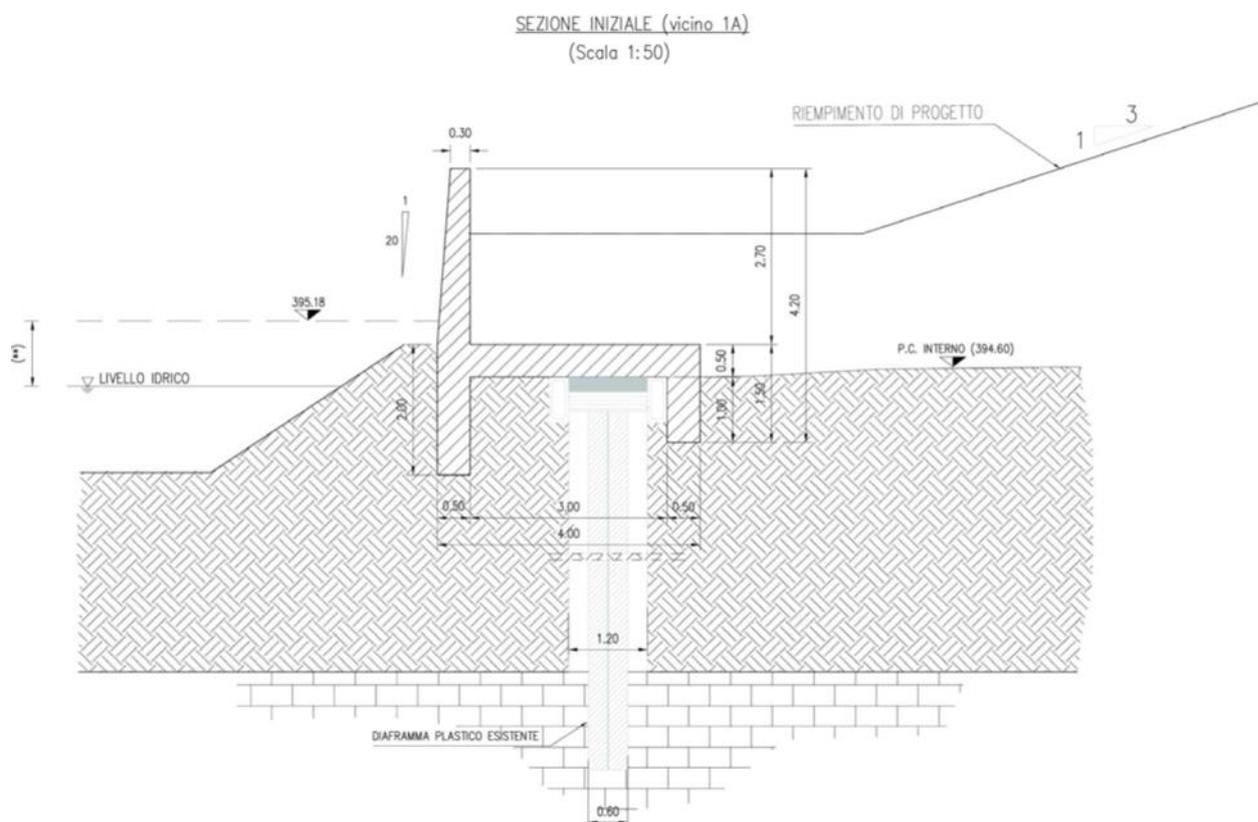


Figura 4-11: Sezione tipo della dell'opera di confinamento arginale – Tipologia 0

Le opere realizzate in Zona Basso Piave (BP in Figura 4-9) per la tipologia 0, per uno sviluppo di 80 metri, sono state le seguenti:

Opere definitive

Scavi e demolizioni

E' stata eseguita la demolizione del muro esistente.

Muro di cinturazione

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 63 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

E' stato realizzato il nuovo muro in c.a. con conformazione "a sedia" che insiste sul diaframma plastico preesistente.

4.3.5.2 Tipologia 1A

E' costituita da un muro in calcestruzzo armato fondato su diaframmi, sempre in calcestruzzo armato, disposti a cavallo del nuovo diaframma plastico. La sezione è completata da un diaframma drenante da realizzare in adiacenza al diaframma in calcestruzzo di monte. E' stata realizzata in zona Basso Piave per una estensione di circa 102,50 metri.

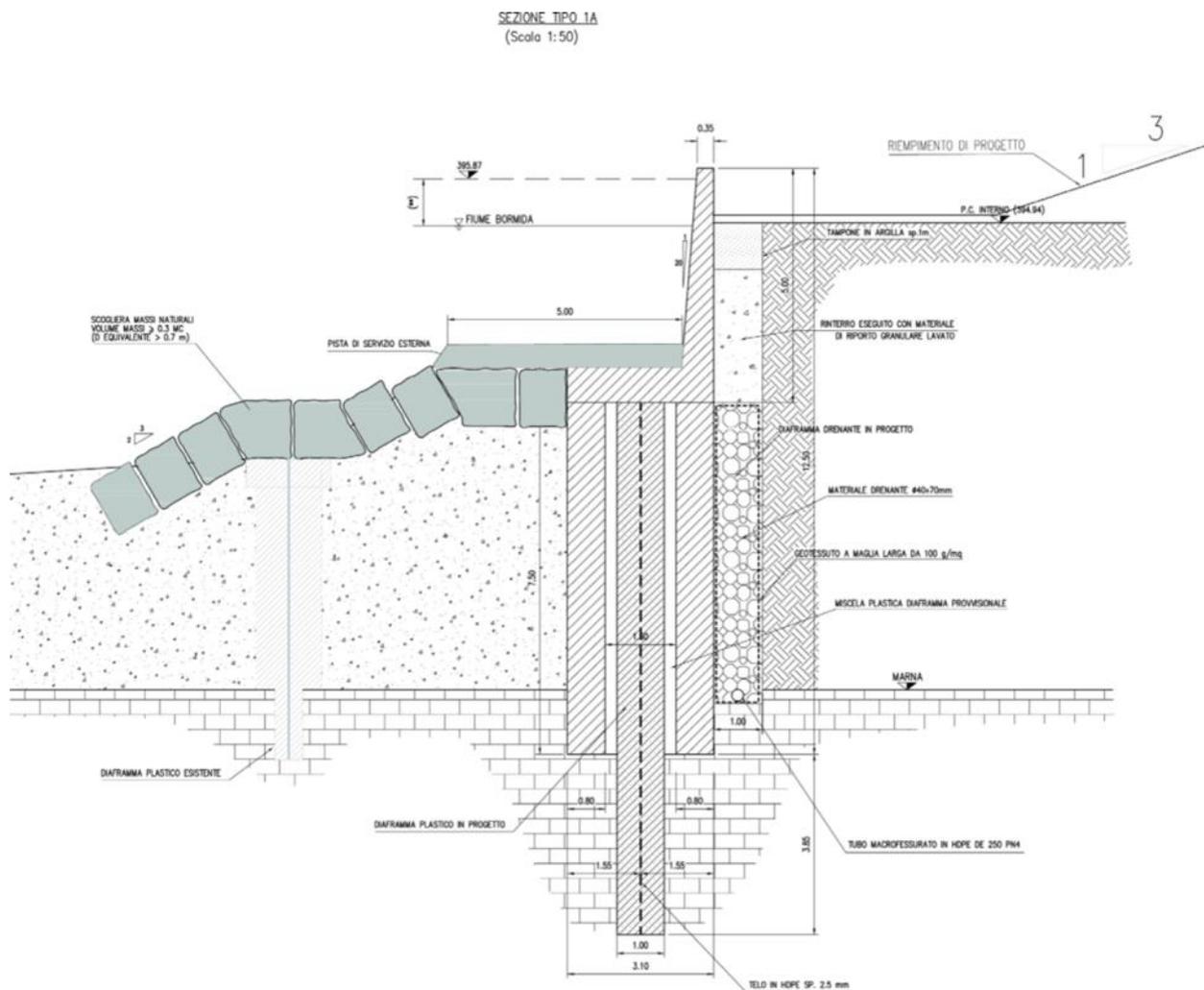


Figura 4-12: Sezione tipo della dell'opera di confinamento arginale – Tipologia 1A

Le opere realizzate in Zona Basso Piave per la tipologia 1A, per un tratto di 98,97 m, sono state le seguenti:

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 64 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 65 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Opere provvisionali

Diaframma plastico provvisoriale

Tra i setti in c.a. e fino al tetto della marna è stato realizzato lo scavo ed il riempimento con miscela plastica provvisoriale, successivamente rimossa per la realizzazione del diaframma plastico definitivo.

Opere definitive

Scavi e demolizioni

E' stata eseguita la demolizione del muro esistente.

Diaframmi in c.a.

Sono stati realizzati due setti in c.a. dello spessore di 0,80 m fino a intestarsi per una profondità compresa tra 1,0 m e 1,50 m nel substrato di marna litoide.

Diaframma plastico

Il diaframma plastico, dello spessore di 1,0 m, è stato realizzato con miscela plastica acqua/cemento/bentonite e si immorsa nel substrato di marna litoide per una profondità minima di 3,5 m al di sotto dei diaframmi in c.a. Al di sotto del diaframma, in posizione centrata e verticale, è stato posato un telo in HDPE dello spessore di 2,5 mm. Il diaframma è stato connesso, senza soluzione di continuità, all'estremità di quello preesistente in Zona Basso Piave, tramite la scopertura di quest'ultimo e la saldatura di un apposito nuovo giunto per garantire la connessione del telo HDPE, e prosegue con la tipologia 1B, in modo tale da rendere continua la barriera impermeabile.

Diaframma drenante

E' stato realizzato a tergo del setto di monte per uno sviluppo di 64 m fino al tetto della marna litoide. Il sistema drenante è costituito da una tubazione fessurata in HDPE DE 250 mm posta sul fondo scavo, da un riempimento in materiale drenante selezionato, il tutto avvolto da un geotessile a maglia larga con funzione di filtro. Lungo lo sviluppo del diaframma, per l'emungimento ed il controllo delle acque di falda interne intercettate, sono stati realizzati n. 3 pozzi di estrazione in acciaio AISI DE 800 mm, coperti con chiusino carrabile, di cui 2 sono stati attrezzati con elettropompa sommersa ad innesco automatico e dotati di tutti i sistemi di sicurezza previsti dal progetto e presenti anche nei pozzi allestiti nelle altre parti della cinturazione.

Trincea drenante

E' stata realizzata a tergo del setto di monte per uno sviluppo di 27 metri. Essa ha una larghezza minima di 1,0 m ed è impostata ad una quota corrispondente al tetto della marna litoide. Il sistema drenante è costituito da una tubazione fessurata in HDPE DE posta sul fondo scavo, da un riempimento in materiale drenante selezionato, il tutto avvolto da un geotessile a maglia larga con funzione di filtro.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 66 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Muro di cinturazione

E' stato realizzato il nuovo muro di cinturazione costituito da una soletta dello spessore di 1,0 m, collegata alla sommità dei setti di fondazione, e da un muro in elevazione in c.a.

Piezometri

Il sistema di monitoraggio esistente è stato integrato da 1 piezometro posto a monte e da 1 piezometro posto a valle del nuovo muro di cinturazione.



Figura 4-13: Realizzazione del diaframma plastico tipologia 1A (febbraio 2004)

4.3.5.3 Tipologia 1B

E' costituita da un muro in calcestruzzo armato con conformazione "a sedia" fondato direttamente sulla marna litoide la cui realizzazione viene preceduta dalla realizzazione di una berlinese provvisoria costituita da una cortina di micropali ancorata con tiranti. Il manufatto è completato da un diaframma plastico integrato nell'opera in calcestruzzo e da un diaframma drenante retrostante. E' stata realizzata in zona Basso Piave per una estensione di circa 302,50 metri.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 68 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Opere definitive

Scavi e demolizioni

E' stato demolito il muro esistente ed eseguito lo scavo in golena fino al raggiungimento del tetto della marna litoide. Da tale quota sono poi stati eseguiti gli scavi con attrezzatura a catenaria sia per il cassonetto di imposta della fondazione del nuovo muro che per la realizzazione del diaframma plastico.

Muro di cinturazione

E' stato realizzato il nuovo muro di cinturazione costituito da due muri di fondazione dello spessore di 0,80 m, da una soletta dello spessore di 1,0 m, che collega la sommità dei muri di fondazione, e da un muro in elevazione in c.a.

Diaframma plastico

All'interno dei muri di fondazione è stato eseguito il diaframma plastico, realizzato mediante il getto di miscela plastica acqua/cemento/bentonite per uno spessore minimo di 1,0 m, che si immorsa nel substrato di marna litoide per almeno 2,0 m dalla quota di posa del calcestruzzo di sottofondazione delle opere in c.a. Un approfondimento di 2 m è stato eseguito al di sotto di una frattura locale rinvenuta nel substrato marnoso. Alla base del diaframma, in posizione centrata e verticale, è stato posato un telo in HDPE dello spessore di 2,5 m. Il diaframma è connesso, senza soluzione di continuità, a valle, all'estremità del diaframma realizzato nella tipologia 1A mentre a monte prosegue sino al diaframma plastico preesistente della Zona PARSHALL, dove si è collegato tramite la scopertura di questi e la saldatura di un apposito nuovo giunto per garantire la connessione del telo HDPE in modo tale da rendere continua la barriera impermeabile.

Diaframma drenante

E' stato realizzato a riempimento dell'intercapedine tra la berlinese ed il paramento di monte del nuovo muro di cinturazione. Esso ha una larghezza minima di 1,50 m ed è impostato ad una quota corrispondente al tetto della marna litoide. Il sistema drenante è costituito da una tubazione fessurata in HDPE DE 250 mm posta sul fondo scavo, da un riempimento in materiale drenante selezionato, il tutto avvolto da un geotessile a maglia larga con funzione di filtro. Lungo lo sviluppo del diaframma, per l'emungimento ed il controllo delle acque di falda interna intercettate, sono stati realizzati n. 3 pozzi di estrazione rivestiti con tubo in HDPE DE 800 m e coperti con chi usino carrabile .I pozzi sono stati attrezzati con elettropompa sommersa ad innesco automatico e dotati di tutti i sistemi di sicurezza previsti a progetto e presenti anche nei pozzi allestiti nelle altre zone della cinturazione.

Piezometri

Il sistema di monitoraggio esistente è stato integrato da 3 piezometri posti a monte e da 3 piezometri posti a valle del nuovo muro di cinturazione e sono stati ripristinati 12 piezometri tra quelli esistenti o demoliti durante i lavori.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 69 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

4.3.5.4 Tipologia 2

Ha comportato l'innalzamento ed ispessimento del muro esistente per adeguarne l'altezza alle piene di progetto del fiume Bormida, ed è stata realizzata in zona Parshall per una estensione di circa 80 metri.

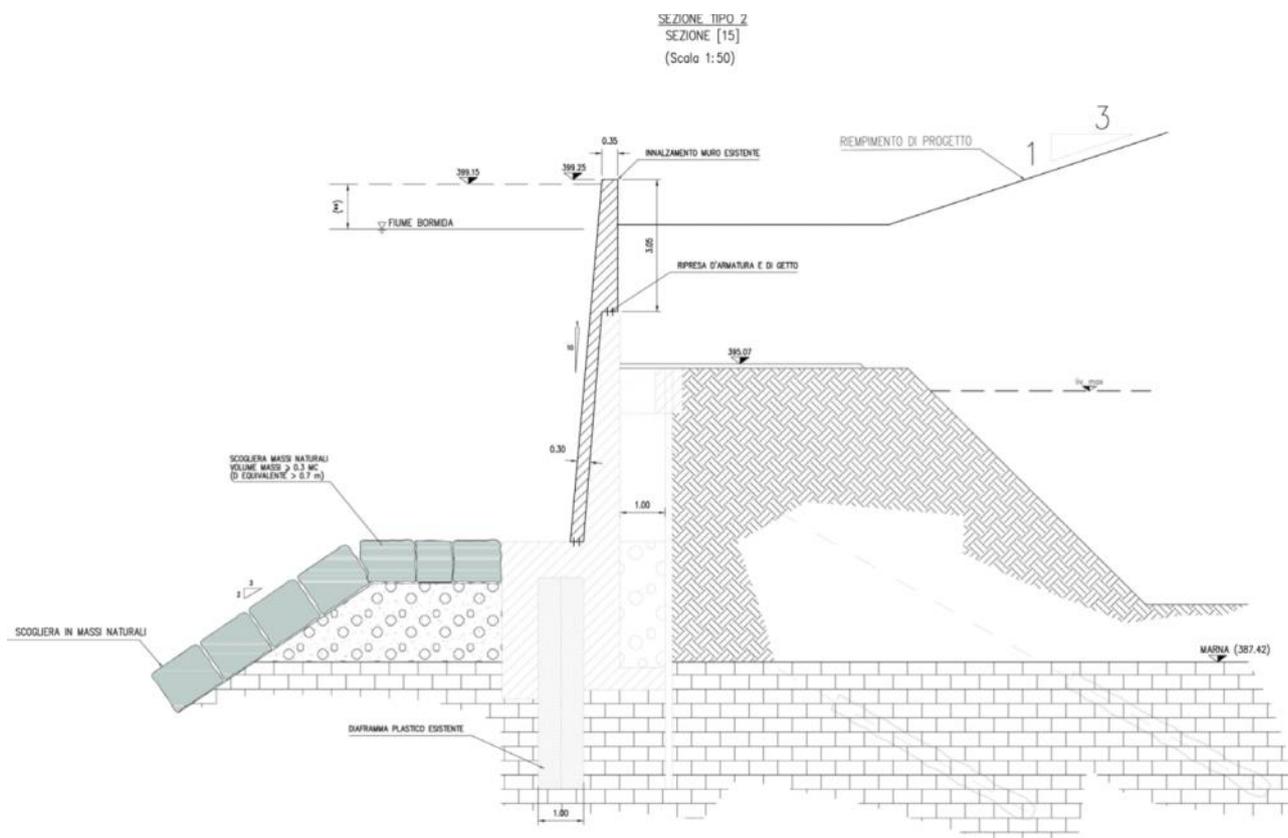


Figura 4-15: Sezione tipo della dell'opera di confinamento arginale – Tipologia 2

Le opere eseguite in Zona PARSHALL per la tipologia 2, per uno sviluppo di 81,10 m, sono le seguenti:

Opere provvisorie

Tamponi in miscela plastica

In corrispondenza dei punti di transizione tra 1A tipologia 1B e 2 e tra la tipologia 2 e 3 sono stati realizzati due tamponi provvisorie in miscela plastica per garantire l'adeguata protezione durante le fasi realizzative delle connessioni tra le nuove opere e quelle esistenti. I tamponi sono stati protetti tramite la realizzazione di berlinesi costituite da una cortina di micropali collegati in sommità da una trave di coronamento in c.a.

Opere definitive

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 70 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Micropali

E' stata eseguita una cortina di micropali ad andamento subverticale a monte del muro esistente per garantire la funzionalità statica della nuova struttura muraria nelle fasi transitorie fino al riempimento del bacino posto a tergo delle stesse.

Muro di cinturazione

E stata dapprima eseguita la demolizione della parte superiore del muro esistente per poi procedere all'ispessimento ed al rialzo dello stesso mediante il getto di una nuova struttura in c.a., adeguatamente collegata alla preesistente, tramite ancoraggi, al fine di garantirne un comportamento strutturale omogeneo.

4.3.5.5 **Tipologia 3**

E' costituita da un muro in calcestruzzo armato con conformazione "a sedia" fondato direttamente sulla marna litoide la cui realizzazione viene preceduta dalla realizzazione di una berlinese provvisoria costituita da una cortina di micropali ancorata con tiranti. Il manufatto viene completato da un diaframma plastico integrato nell'opera in calcestruzzo e da un diaframma drenante retrostante. E' stata realizzata in zona A ed A-B per una estensione di circa 400 metri.

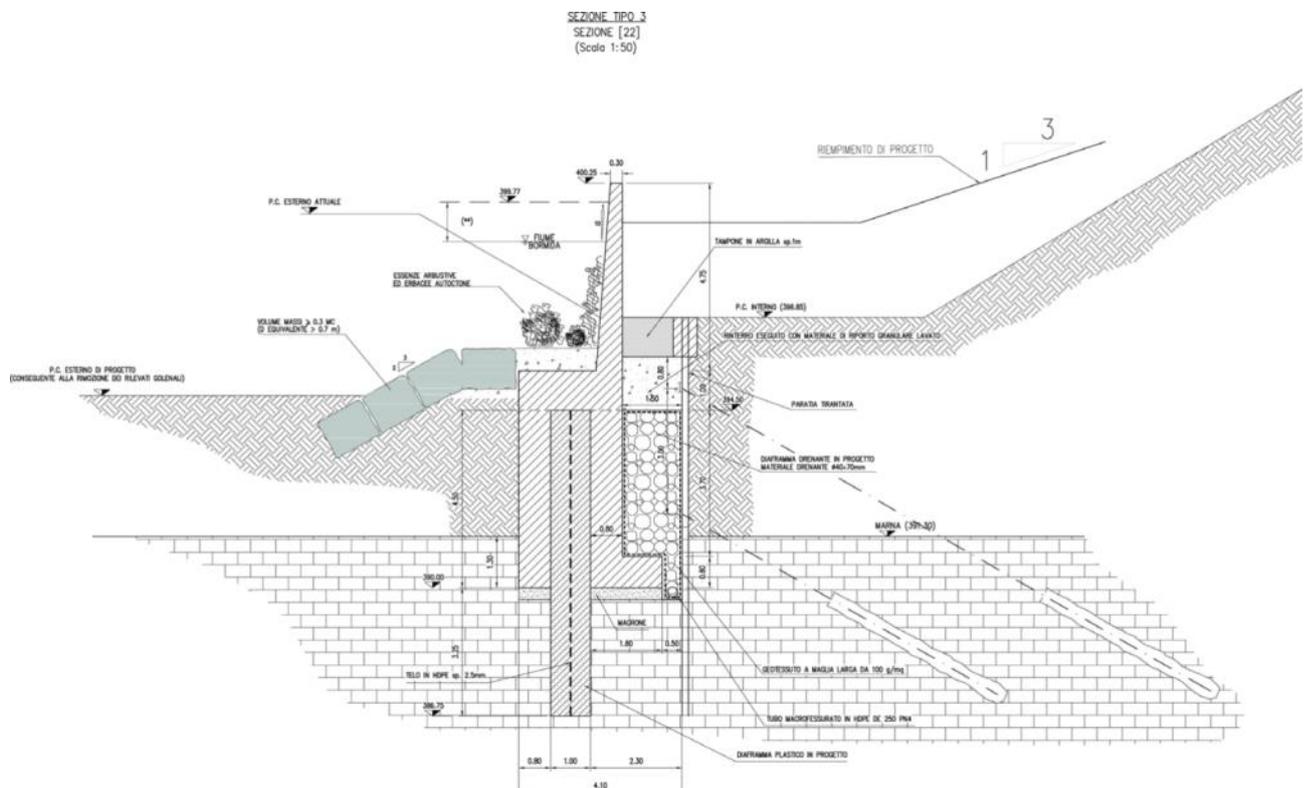


Figura 4-16: Sezione tipo della dell'opera di confinamento arginale – Tipologia 3

Le opere eseguite in Zona A e A-B, per uno sviluppo di 400 m, sono state le seguenti:

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 71 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

Opere provvisionali

Berlinese

E' stata realizzata, a monte del muro esistente, una cortina di micropali collegati in sommità da una trave di coronamento in c.a. ed ancorati a1 terreno da 2 ordini di tiranti a trefoli.

Impianto well-point

Al fine di limitare la portata delle acque di falda all'interno degli scavi durante l'esecuzione dei lavori è stato installato un impianto well-point, costituito da una serie di punte aspiranti tra loro distanziate di circa 2 m e collegate tramite una condotta alle pompe di aspirazione.

Tamponi in miscela plastica

In corrispondenza del punto di transizione tra la tipologia 3 e la tipologia 4 (BC sottomurazione) è stato realizzato un tampone provvisorio in miscela plastica per garantire adeguata protezione durante le fasi realizzative dell'opera.

Opere definitive

Scavi e demolizioni

E' stato demolito il muro esistente ed eseguito lo scavo in golena fino al raggiungimento del tetto della marna litoide. Da tale quota sono poi stati eseguiti gli scavi con attrezzatura a catenaria sia per il cassonetto di imposta della fondazione del nuovo muro che per la realizzazione del diaframma plastico.

Muro di cinturazione

E' stato realizzato il nuovo muro di cinturazione costituito da due muri di fondazione dello spessore di 0,80 m, da una soletta dello spessore di 1,0 m, che collega la sommità dei muri di fondazione, e da un muro in elevazione in c.a.

Diaframma plastico

Alla base dei muri di fondazione è stato eseguito il diaframma plastico, realizzato mediante il getto di miscela plastica acqua/cemento/bentonite per uno spessore minimo di 1,0 m, che si immorsa nel substrato di posa del cls. di sottofondazione delle opere in c.a. Alla posa del diaframma, in posizione centrata e verticale, è stato posato un telo in HDPE dello spessore di 2,5 mm. Il diaframma è connesso, senza soluzione di continuità, a valle, all'estremità del diaframma preesistente in Zona PARSHALL, dove si è collegato tramite la scopertura del giunto preesistente, mentre a monte prosegue sino al diaframma plastico preesistente in Zona B e B-C dove si è collegato, tramite la scopertura del giunto preesistente protetto da apposita palanca, in modo tale da rendere continua la barriera impermeabile.

Diaframma drenante

E' stato realizzato a riempimento dell'intercapedine tra la berlinese ed il paramento di monte del nuovo muro di cinturazione. Esso ha una larghezza minima di 1,50 m ed è impostato ad una quota corrispondente al tetto della marna litoide. Il sistema drenante è costituito da una tubazione fessurata in HDPE DE 250 mm posta sul fondo scavo, da un riempimento in materiale drenante selezionato, il tutto

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 72 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

avvolto da un geotessile a maglia larga con funzione di filtro. Lungo lo sviluppo del diaframma, per l'emungimento ed il controllo delle acque di falda, sono stati realizzati 4 pozzi di estrazione rivestiti con tubo in HDPE DE 800 m e coperti con chiusino carrabile. I pozzi sono stati attrezzati con elettropompa sommersa ad innesco automatico e dotati di tutti i sistemi di sicurezza previsti a progetto e presenti anche nei pozzi allestiti nelle altre zone della cinturazione.

Piezometri

Il sistema di monitoraggio esistente è stato integrato da 5 piezometri posti a monte e da 5 piezometri posti a valle del nuovo muro di cinturazione e sono stati ripristinati 3 piezometri tra quelli esistenti danneggiati o demoliti durante i lavori.



Figura 4-17: Muri di fondazione tipologia 3 – luglio 2005 (si osserva la consistenza litoide del substrato marnoso)

4.3.5.6 **Tipologia 4**

Prevede l'innalzamento ed ispessimento del muro esistente per adeguarne l'altezza alle piene di progetto del fiume Bormida: è stata realizzata in zona B e B-C per una estensione di circa 257,5 metri.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 73 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

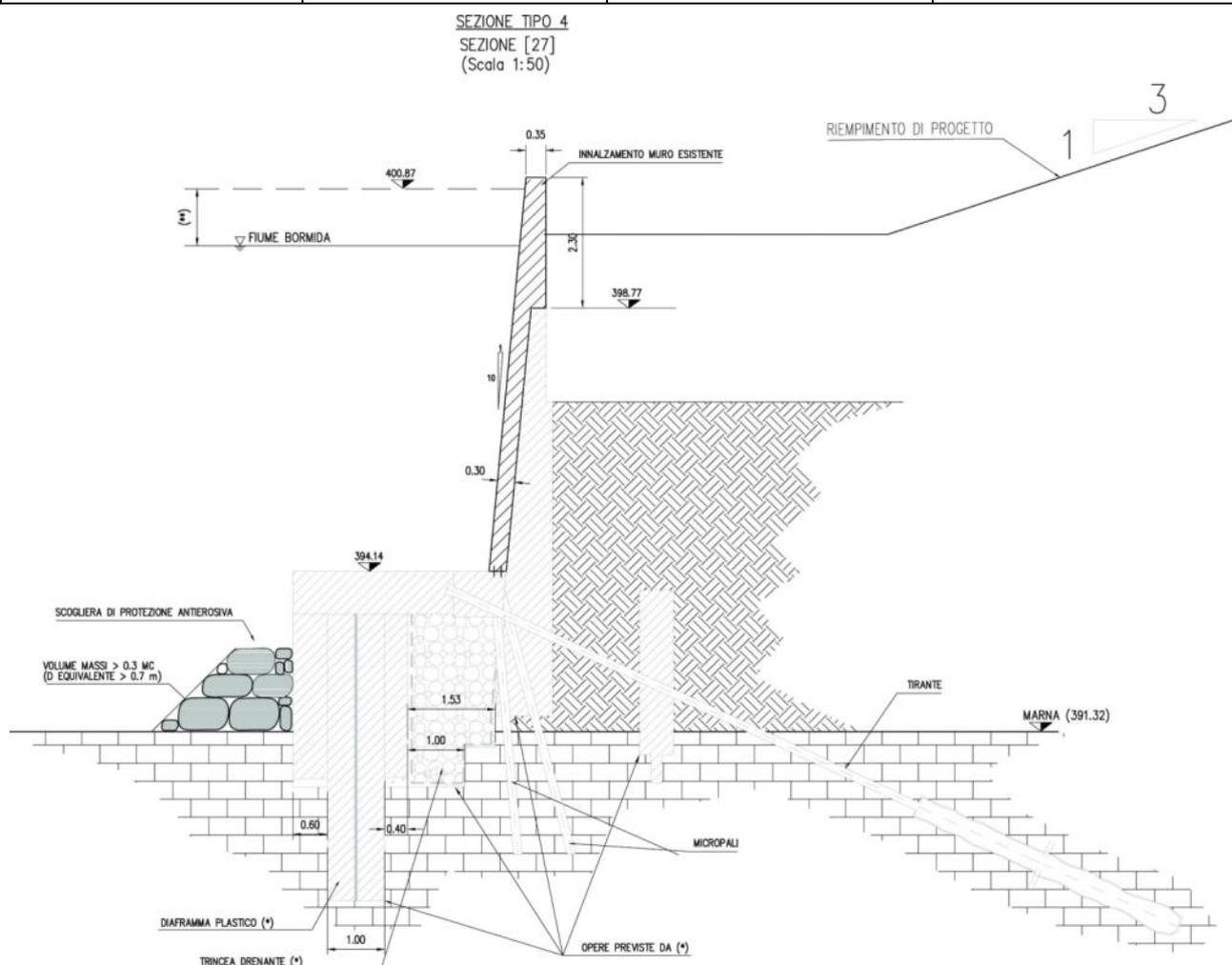


Figura 4-18: Sezione tipo della dell'opera di confinamento arginale – Tipologia 4

Le opere eseguite in Zona B-C, per uno sviluppo di 258,30 m, sono state le seguenti:

Opere definitive

Muro di cinturazione

E' stata dapprima eseguita la demolizione della parte superiore e la scarifica superficiale del muro esistente per poi procedere all'quelli esistenti di rialzo dello stesso mediante il getto di una nuova struttura in c.a. adeguatamente collegata alla preesistente, tramite ancoraggi e rete elettrosaldada, al fine di garantirne un comportamento strutturale omogeneo.

4.3.5.7 Tipologia 5

E' costituita da un muro in calcestruzzo armato fondato su diaframmi, sempre in calcestruzzo armato, disposti a cavallo del nuovo diaframma plastico. La sezione è completata da un diaframma drenante da

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 74 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

realizzare in adiacenza al diaframma in calcestruzzo di monte. E' stata realizzata in zona D e D-E per una estensione di circa 915 metri.

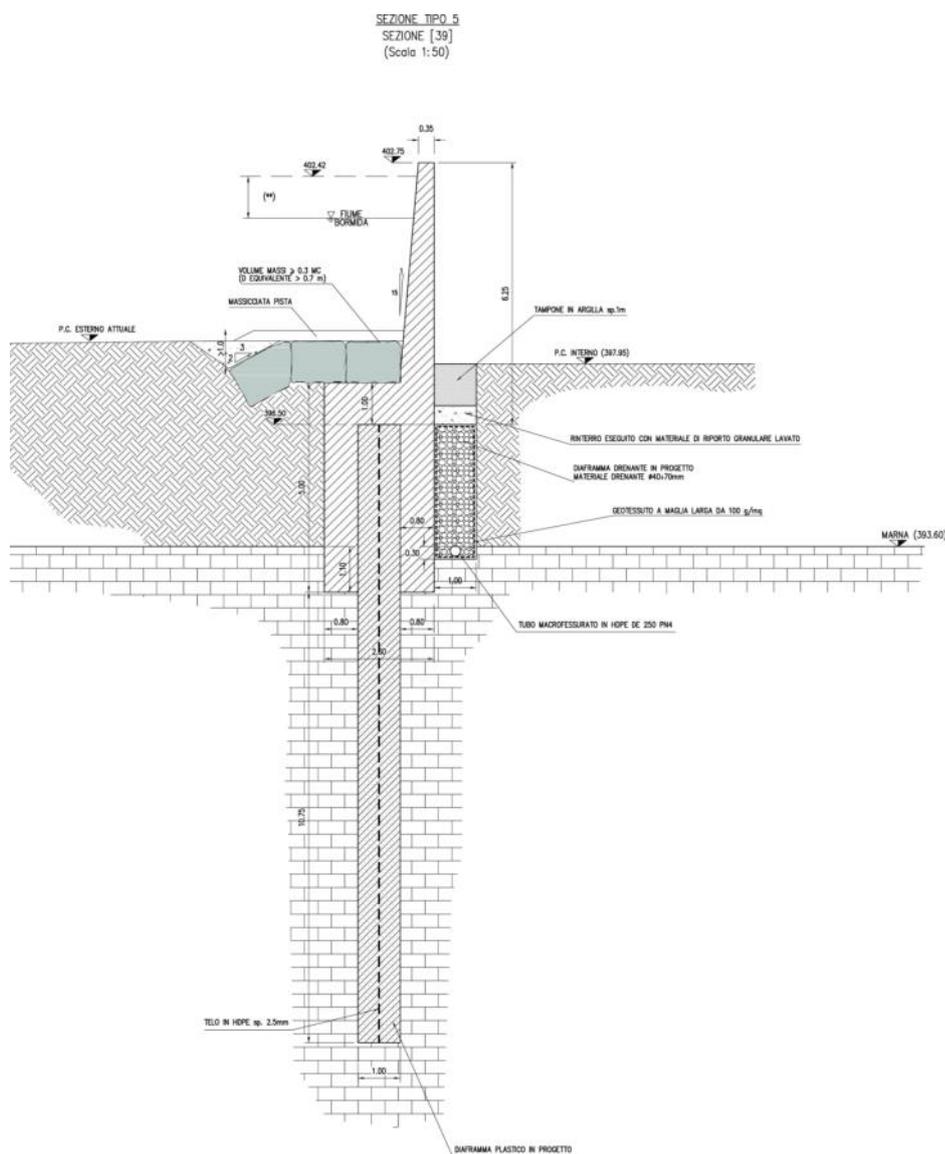


Figura 4-19: Sezione tipo della dell'opera di confinamento arginale – Tipologia 5

La tipologia 5 si suddivide in due tipologie, rispettivamente denominate 5A e 5B. La tipologia 5A si differenzia dalla tipologia 5B per le maggiori profondità di immersione dei diaframmi in c.a. in quanto, essendo parte perimetrale della Zona A1, è previsto il parziale reinterro a tergo del muro. Le opere eseguite in Zona C, C-D, D-E ed E, che si sviluppano per una lunghezza di 924 m, di cui 241,42 m per la tipologia 5A e 682,58 m per la tipologia 5B, sono state le seguenti:

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 75 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.3.5.8 *Tipologia 5A*

Opere provvisionali

Micropali

E' stata eseguita una berlinese costituita da una cortina di micropali per garantire la stabilità del traliccio di sostegno dei cavi ad alta tensione di alimentazione della cabina CO.

Opere definitive

Scavi e demolizioni

E' stata eseguita la demolizione del muro esistente.

Diaframmi in c.a.

Sono stati realizzati due setti in c.a., dello spessore di 0,80 m fino ad intestarsi per una profondità minima di 3,0 m nel substrato di marna litoide.

Diaframma plastico

Il diaframma plastico, dello spessore di 1,0 m, è stato realizzato con miscela plastica acqua/cemento/bentonite e si immorsa nel substrato di marna litoide per una profondità minima di 2 m al di sotto dei diaframmi in c.a.. All'interno del diaframma, in posizione centrale e verticale, è stato posato un telo in HDPE dello spessore di 2,5 mm. Il diaframma è stato connesso, senza soluzione di continuità, all'estremità di quello preesistente in Zona B e BC, tramite la scopertura del giunto preesistente protetto da apposita palanca, e prosegue sino alla estremità della tipologia 5B.

Diaframma drenante

E' stato realizzato a tergo del setto di monte fino al tetto della marna litoide. Il sistema drenante è costituito da una tubazione fessurata in HDPE DE 250 mm posta sul fondo scavo, da un riempimento in materiale drenante selezionato, il tutto avvolto da un geotessile a maglia larga con funzione di filtro. Lungo lo sviluppo del diaframma, per il controllo delle acque di falda interna intercettate, sono stati realizzati n. 4 pozzi di estrazione in acciaio AISI .DE 800 mm, coperti con chiusino carrabile.

I pozzi sono stati attrezzati con elettropompa sommersa ad innesco automatico e dotati di tutti i sistemi di sicurezza previsti dal progetto e presenti anche nei pozzi allestiti nelle altre parti della cinturazione.

Muro di cinturazione

E' stato realizzato il nuovo muro di cinturazione costituito da una soletta dello spessore di 1,0 m, collegata alla sommità dei setti di fondazione, e da un muro in elevazione in c.a.

Piezometri

Il sistema di monitoraggio esistente è stato integrato da 3 piezometri posti a monte e da 3 piezometri posti a valle del nuovo muro di cinturazione e sono stati ripristinati 2 piezometri tra quelli esistenti danneggiati o demoliti durante i lavori.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 76 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.3.5.9 **Tipologia 5B**

Opere definitive

Scavi e demolizioni

E' stata eseguita la demolizione del muro esistente.

Diaframmi in c.a.

Sono stati realizzati due setti in c.a. dello spessore di 0,80 m fino ad intestarsi per una profondità minima di 1,0 m nel substrato di marna litoide.

Diaframma plastico

Il diaframma plastico, dello spessore di 1,0 m, è stato realizzato con miscela plastica acqua/cemento/bentonite e si immorsa nel substrato di marna per una profondità minima di 7,75 m al di sotto dei diaframmi in c.a. All'interno del diaframma, in posizione centrata e verticale, è stato posato un telo in HDPE dello spessore di 2,5 mm. Il diaframma è stato connesso, senza soluzione di continuità, a valle, all'estremità di quello della tipologia 5A e prosegue a monte sino alla estremità della Zona E dove è stata posta in opera una palancola di protezione del giunto terminale.

Diaframma drenante

E' stato realizzato a tergo del setto di monte fino al tetto della marna litoide.

Il sistema drenante è costituito da una tubazione fessurata in HDPE DE 250 mm posta sul fondo scavo, da un riempimento in materiale drenante selezionato, il tutto avvolto da un geotessile a maglia larga con funzione di filtro.

Lungo lo sviluppo del diaframma, per il controllo delle acque di falda interna intercettate, sono stati realizzati n. 11 pozzi di estrazione in acciaio AISI DE 800 mm, coperti con chiusino pedonale.

I pozzi sono stati attrezzati con elettropompa sommersa ad innesco automatico e dotati di tutti i sistemi di sicurezza previsti dal progetto e presenti anche nei pozzi allestiti nelle altre parti della cinturazione.

Muro di cinturazione

E' stato realizzato il nuovo muro di cinturazione, costituito da una soletta dello spessore di 1,0 m, collegata alla sommità dei setti di fondazione, e da un muro in elevazione in c.a.

Piezometri

Il sistema di monitoraggio esistente è stato integrato da 7 piezometri posti a monte e da 7 piezometri posti a valle del nuovo muro di cinturazione e sono stati ripristinati 3 piezometri tra quelli esistenti danneggiati o demoliti durante i lavori.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 77 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		



Figura 4-20: Posa in opera telo HDPE diaframma plastico tipologia 5 zona E (luglio 2004)

4.3.5.10 **Tipologia 7**

E' costituita da un muro in calcestruzzo armato. E' stata realizzata in zona E per una estensione di circa 54 metri.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 78 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

SEZIONE TIPO 7
(Scala 1:50)

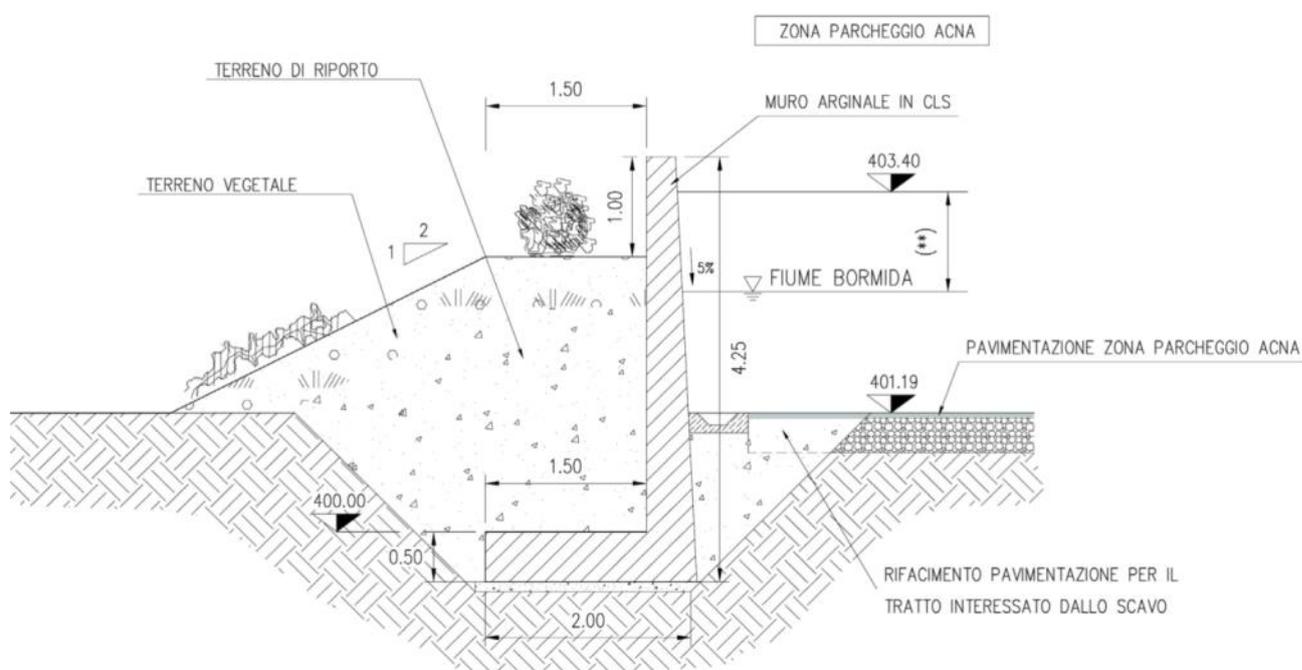


Figura 4-21: Sezione tipo della dell'opera di confinamento arginale – Tipologia 7

Le opere eseguite in Zona E sono state le seguenti:

Opere definitive

Scavi e demolizioni

E' stata eseguita la rimozione della recinzione esistente e lo scavo di imposta della fondazione.

Muro di cinturazione

E' stato realizzato il nuovo muro in c.a.

4.3.5.11 **Tipologia 8**

Opere definitive

Sono state predisposte le tamponature metalliche a tenuta idraulica a protezione delle finestre dell'edificio 2.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 79 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.3.6 **Attività accessorie e provvisorie eseguite in fase di realizzazione**

Nel corso della realizzazione dell'opera, sono state eseguite numerose attività accessorie e provvisorie, quali:

Scavi e demolizioni

Dove necessario, sono state eseguite le demolizioni delle opere non più necessarie (muro esistente e recinzioni esistenti).

Opere provvisorie

Dove necessario, sono state realizzate opere provvisorie (diaframma plastico provvisorio, berlinesi, tamponi in miscela plastica) anche per garantire l'adeguata protezione durante le fasi realizzative delle connessioni tra le nuove opere e quelle esistenti.

Sottoservizi

E' stato eseguito lo spostamento dei QQL sottoservizi che interferivano con le nuove opere lungo l'intero tratto interessato dal nuovo muro di cinturazione

Pista provvisoria

E' stata realizzata a valle del muro lungo tutta l'estensione del tratto interessato dal nuovo muro di cinturazione per consentire i lavori e la movimentazione dei mezzi d'opera durante tutte le fasi di esecuzione delle opere.

La pista di servizio non è stata rimossa al termine dei lavori perché ritenuta ancora utilizzabile nel prosieguo delle attività fino al completamento della bonifica delle aree golenali, giusta autorizzazione AIPO del 16.02.2005 n° 5091/2005.

Argini provvisori

Lungo il paramento di valle del muro di sostegno nella zona Parshall è stato, inoltre, posto un argine provvisorio di protezione in alveo, adeguatamente protetto da fenomeni di natura erosiva mediante il posizionamento di una scogliera sulla sponda attigua al fiume; tale argine ha avuto la funzione di pista provvisoria, per consentire i lavori e la movimentazione dei mezzi d'opera durante tutte le fasi di esecuzione delle opere.

Impianti di lavaggio ruote autocarri

Sono stati installati 3 impianti per il lavaggio ruote autocarri rispettivamente in Zona Basso Piave, in adiacenza alla cabina CO, e nel piazzale di accesso allo stabilimento.

4.3.7 **Modalità esecutive dei lavori**

Tutti i lavori sono stati eseguiti in conformità a quanto previsto nel Capitolato Speciale Aggiuntivo del Progetto Esecutivo (06528-021S03E04/CHI-VEG del 24 Giugno 2002).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 80 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Di seguito, al fine di fornire qualche dettaglio sulle principali attività eseguite, si riportano integralmente alcuni stralci del documento citato, rimandando al documento stesso per un completo inquadramento delle modalità esecutive previste per tutti i lavori ([5] – Allegato 5l).

4.3.7.1 **Allestimento cantiere**

[...] I cantieri verranno allestiti provvedendo al disboscamento, alla preparazione e alla recinzione dell'area, alla fornitura e posa in opera degli impianti fissi per l'esecuzione dei lavori, all'allestimento dei baraccamenti, dei servizi igienici e degli uffici necessari, agli allacciamenti di acqua, energia elettrica ove necessario, alla demolizione di eventuali manufatti posti lungo il percorso delle opere in progetto (pile dell'ex ponte in Zona Basso Piave, pozzetti, tubazioni, ecc., ecc.). A fine lavori, sarà inoltre onere dell'Impresa provvedere allo smantellamento dei cantieri [...].

4.3.7.2 **Piste di cantiere**

[...] Saranno a cura ed onere dell'Impresa la costituzione/mantenimento di eventuali piste di cantiere necessarie a consentire la movimentazione dei mezzi d'opera, compensate con specifica voce tra gli oneri a carico dell'appaltatore. Sono altresì a carico dell'Impresa tutte le procedure di approvazione delle stesse (es.: concessioni edilizie per opere di carattere provvisorio in aree pubbliche/consortili, approvazione da parte della Committente se realizzate nell'ambito della proprietà Bormia).

L'Impresa dovrà provvedere, ove conformazione orografica lo richieda, alla regimazione delle acque meteoriche per i tratti adibiti a pista ed area di cantiere.

In caso di realizzazione di attraversamenti fluviali realizzati in alveo, l'Appaltatore dovrà provvedere al suo dimensionamento ed alla sua valutazione in termini di interferenza idraulica, e sottoporla all'approvazione della Committente e presso gli Enti preposti alla salvaguardia dell'alveo fluviale (Magistrato per le acque del Po) se non già autorizzati.

Nel caso specifico di attraversamenti temporanei del Fiume Bormida, questi saranno rimossi al termine di ogni lavorazione (anche giornalmente o in caso di interruzione delle lavorazioni per uno o più giorni) in base a quanto richiesto dagli Enti competenti e/o dalla Committente.

4.3.7.3 **Pulizia dell'area**

[...] Tutte le aree interessate dai lavori, eventuali strade di accesso, scavi e depositi di materiali, dovranno essere ripuliti ed approntati adeguatamente a cura dell'Impresa.

Dovrà essere garantita dalla ditta Appaltatrice una adeguata pulizia giornaliera delle piste interne di stabilimento eventualmente utilizzate dai mezzi di cantiere per il raggiungimento dei punti di lavoro. Si dovrà inoltre porre gli opportuni provvedimenti al fine di limitare in stabilimento il sollevamento della polvere con opportune bagnature, la cui frequenza dovrà essere condotta in accordo con le esigenze di stabilimento.

La superficie di lavoro dovrà essere sgomberata da tutti gli oggetti estranei quali strutture varie, resti vegetali (ceppi, radici, arbusti e sterpaglie), materiali di scarico e rifiuti provvisoriamente accumulati.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 81 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Sarà cura dell'Impresa l'allontanamento e lo smaltimento di tutto il materiale rinvenuto alla consegna del cantiere salvo diversamente specificato dalla Committente [...].

4.3.7.4 **Gestione acque da scavi di cantiere**

[...] Sono presenti opere provvisoriale atte a prevenire l'accumulo di acque negli scavi, per le tipologie di opere per le quali è prevista una fase di lavoro con scavo a cielo aperto (tipologia 1B e tipologia 3 - cfr. tav 06528-021D55):

- In Zona BassoPiave (tipologia 1B), diaframma drenante di larghezza 1m, con le medesime caratteristiche riportate nel presente capitolato, previste per i diaframmi drenanti in progetto; tale opera avrà un'estensione di 315 m;*
- In Zona A-B (tipologia 3), per un'estensione di 390 m, è previsto un impianto Well Point a richiesta della Committente;*

Le acque raccolte dai sistemi di drenaggio provvisoriale, dovranno essere gestite nel seguente modo:

- le acque rinvenute in aree interne al sistema di cinturazione idraulica esistente verranno convogliate presso i recapiti della linea di trasporto esistente; tale soluzione dovrà essere preventivamente posta a conoscenza ed approvazione da parte della Committente, la quale potrà riservarsi la facoltà di decidere che tali acque possano essere direttamente convogliate, dall'Impresa Appaltatrice, in stabilimento e/o in aree allo scopo attrezzate;*
- le acque dovranno essere prive di solidi sospesi (in base alle specifiche indicazioni) e/o di aggiunte derivanti dalle lavorazioni limitrofe del servizio di Bormia che gestisce la depurazione delle acque a tal proposito viene richiesto un impianto che tratti la frazione in sospensione e che garantisce una velocità limite di caduta di 1÷2 m/h;*
- le acque emunte dagli scavi dovranno essere trattate per privarle di solidi sospesi e recapitato ove indicato dalla Committente*
- Le acque utilizzate per le lavorazioni seguiranno la stessa sorte;*

La gestione degli emungimenti dovrà essere garantita 24h/24h con designazione di specifico responsabile addetto.

Le operazioni di aggotamento, durante particolari fasi di lavoro o quando non è possibile installare pompe sommerse o pescanti, dovranno essere effettuate con l'impiego di autospurgo.

4.3.7.5 **Demolizione**

In aggiunta a quanto previsto dal Capitolato Speciale si precisa che le demolizioni comprendono anche la rimozione di recinzioni, piccola carpenteria, opere accessorie ed impianti di modeste dimensioni. Tali materiali saranno separati dai materiali di demolizione lapidei e trasportati in zone indicate dalla Committente.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 82 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

4.3.7.6 Gestione terreni di risulta da scavi

[...] Tutti i materiali di risulta da scavi e demolizioni (terrosi o residui in c.a.) dovranno essere trasportati in aree di pertinenza Bormia su esclusiva indicazione della Committente e secondo le modalità e ritmi di transito che la stessa riterrà più idonei al caso.

Tutte le attività saranno svolte in modo da evitare la diffusione della eventuale contaminazione nell'ambiente circostante. Allo stesso fine saranno opportunamente scelti gli strumenti e le attrezzature impiegate nelle diverse operazioni. Il materiale rimosso verrà trasportato e stoccato tramite automezzi in un'area attrezzata per lo stoccaggio provvisorio.

In particolare si precisa che, quando le tecniche di scavo lo consentono, si opererà in modo da procedere per strati visivamente omogenei, al fine di creare cumuli uniformi e non miscelare o contaminare con le operazioni di scavo materiali che in posto risultano puliti. Ciò al fine di agevolare le operazioni di campionamento, caratterizzazione e riutilizzo dei materiali nell'ottica della bonifica del sito.

Si precisa che tutti i materiali provenienti dagli scavi dovranno essere scaricati in condizioni palabili; nel caso non fossero palabili, dovranno essere trattati adeguatamente con attrezzature idonee. Le piazzole per il trattamento dei fanghi eventualmente non palabili, saranno indicate dalla Committente e andranno gestite con tutti gli accorgimenti previsti per i cumuli di stoccaggio, onde permettere l'identificazione della provenienza dei fanghi per garantire il rispetto dei protocolli previsti. I cumuli in attesa di caratterizzazione avranno un volume non superiore ai 300 m³ e saranno costituiti da materiali per quanto possibile omogenei, comunque non provenienti da siti diversi. Tali cumuli saranno identificati con una sigla onde permetterne la correlazione con i campioni che si andranno a prelevare e con le zone di scavo da cui provengono. In particolare, durante l'esecuzione dei lavori, si provvederà a registrare la Zona di provenienza del materiale, l'indicazione progressiva numerica di avanzamento in asse di scavo, la profondità approssimativa di scavo. Si assegnerà inoltre una numerazione progressiva a ciascun cumulo in fase di formazione. Saranno inoltre registrate le coordinate del sito di provenienza di ciascun cumulo, espresse nel sistema di riferimento Gauss-Boaga. I dati identificativi saranno riportati, con pennarello indelebile, su tabella in materiale plastico (o altro materiale idoneo alla permanenza in esterno) dalle dimensioni di un comune foglio UNI-A4 e serviranno alla univoca definizione di ciascun cumulo formato. La tabella sarà fissata ad un paletto infisso nel cumulo stesso.

Al termine delle operazioni di scarico e prelievo campioni, tramite pala gommata, si sposterà il materiale a formare via via i cumuli, ciascuno dei quali sarà indicativamente formato dallo scarico di 30 automezzi.

Durante le fasi di scavo (trincee, diaframmi, scavi di fondazione) si avrà cura di evitare eventuali contaminazioni al contatto dei terreni di risulta con il piano di lavoro, caricando il materiale direttamente sui mezzi di trasporto diretti alle piazzole di accumulo.

A titolo informativo si riporta in Allegato 1 il "Protocollo per l'esecuzione dei campionamenti ed analisi dei materiali di risulta delle operazioni di scavo" predisposto dall'Uff. del Commissario, ARPA Liguria e ARPA Piemonte.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 83 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

4.3.7.7 **Mezzi di trasporto dei terreni di risulta**

Il cassone del mezzo di trasporto dovrà avere una capienza di 10÷11 m³, dovrà garantire la tenuta idraulica (stagno) ed essere coperto da un telo tipo copri/scopri durante il trasporto.

I mezzi di trasporto provenienti dalla viabilità di cantiere dovranno essere sottoposti ad un accurato lavaggio, tramite le piazzole previste per questo scopo, prima dell'ingresso in stabilimento ed in uscita dallo stesso, in modo da evitare la dispersione di eventuali contaminanti trasportati dai pneumatici.

Si avrà inoltre cura di limitare al massimo il sollevamento di polveri dalle piste di cantiere; a tale scopo l'Impresa provvederà a mantenere umide le piste di cantiere.

Tutte le operazioni dovranno essere in linea con le procedure interne Bormia inerenti la gestione dei materiali di scavo.

4.3.7.8 **Piazzole di lavaggio**

Con l'impianto di lavaggio si possono lavare veicoli industriali prima di essere immessi nella viabilità ordinaria.

La bonifica avviene per le sole parti che sono a contatto con il tipo di decontaminazione che sono :

- ruote anteriori
- assali posteriori
- longheroni
- parafanghi sottoruota e sottocassa.

I veicoli industriali sottoposti al lavaggio possono essere cassonati, sagome regolari ed irregolari.

La Zona operativa è costituita da una Zona grigliato carrabile con sottostante una vasca/ struttura portante adibita alla raccolta delle acque di lavaggio nonché per il contenimento delle stesse attrezzature di lavaggio.

4.3.7.9 **Attrezzature e macchinari utilizzati**

Si riporta qui di seguito l'elenco delle principali attrezzature e macchinari utilizzati:

Micropali

- perforatrice rotary SOILMEC CM 48
- perforatrice CMV 3000
- perforatrice SOILMEC SM 405/8
- impianto per il confezionamento delle miscele cementizie SOILMEC GM 14
- escavatore a braccio rovescio CATERPILLAR CAT 320
- mini escavatore YANMAR Y1550

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 84 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Diaframmi

- idrofresa BAUER MBC 30
- carro base C600 HD con kelly KRC 2/180°
- escavatore LINK BELT LS 108
- escavatore LINK BELT LS 118
- escavatore LINK BELT LS 108 con rotary SOILMEC RT3/ST o con benna a fune
- escavatore HYUNDAI R 290 in allestimento con avambraccio lungo
- pala gommata CATERPILLAR CAT 936
- pala gommata CATERPILLAR CAT 950
- impianto di confezionamento fanghi bentonitici HALLYBURTON
- impianto di dissabbiamento BAUER BE 500
- n. 2 centrifughe BAUER BD 50
- impianto di confezionamento delle miscele plastiche
- autogru

Movimenti di terra opere in c.a. e spostamento sottoservizi

- escavatori a braccio rovescio
- martelloni demolitori
- pinze idrauliche frantumatrici
- mini escavatori a braccio rovescio
- pale gommate
- dumper
- autobetoniere
- elevatori telescopici
- pompa calcestruzzo con braccio distributore
- autogru
- impianto di betonaggio

Tiranti di ancoraggio

- perforatrice SOILMEC SM 405/8
- impianto per il confezionamento delle miscele cementizie SOILMEC GM 14

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 85 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Well-point

- perforatrice SOILMEC SM 400

Scavo in marna

- trencher VERMEER T1055 allestito con rullo fresante e lama fresante
- escavatore a braccio rovescio FIAT KOBELCO EX 285 T allestito con testa fresante AT100

4.3.8 Procedure ed apprestamenti per l'esecuzione dei lavori in sicurezza

In osservanza al Piano di Sicurezza e coordinamento del Progetto esecutivo, i lavori di demolizione e costruzione sono stati coordinati da un preposto ed eseguiti solo da personale specializzato, formato ed informato circa i rischi delle lavorazioni.

4.3.8.1 Operazioni di demolizione

Prima di procedere alle operazioni di demolizione dei manufatti, l'Appaltatore doveva effettuare un sopralluogo in presenza del Coordinatore per l'Esecuzione al fine di accertare e segnalare la presenza di impianti dismessi da demolire, materiali contenenti sostanze tossico/nocivi da smaltire, elementi o situazioni particolari.

Adeguate segnaletica doveva essere predisposta per indicare le attività di demolizione in corso e l'area interessata dai lavori doveva essere di volta in volta delimitata tramite bandelle in plastica colorata sostenute da picchetti metallici infissi nel terreno. L'accesso ad altro personale fuorché quello direttamente impiegato nelle lavorazioni era vietato.

I materiali di risulta dalle demolizioni dovevano essere immediatamente allontanati dall'area di lavoro e portati nelle aree di stoccaggio previste all'interno dello stabilimento.

4.3.8.2 Operazioni di scavo

Durante l'esecuzione della attività di scavo e di demolizione si era previsto di entrare in contatto con terreni ed acque in cui è possibile la presenza di agenti contaminanti. Durante le operazioni sul fondo scavo dovevano essere predisposti dei rilevatori per i controlli ambientali, anche portatili, e doveva essere previsto il posizionamento di un aspiratore per evitare il ristagno dell'aria poco salubre sul fondo scavo.

Le macchine che operavano sul fondo scavo dovevano essere dotate di cabina e avere opportuni filtri; devono essere a disposizione degli addetti opportuni DPI quali tuta protettiva monouso, guanti, calzature antinfortunistiche, elmetto e maschera facciale con grado di protezione P3 FPO pari a 3.

4.3.9 Andamento dei lavori

I lavori di realizzazione della nuova opera arginale sono stati affidati al Raggruppamento Temporaneo tra le Imprese: TREVI S.p.a. con sede a Cesena in via Dismano 5819, in qualità di mandataria, AQUATER S.p.A. con sede a S. Lorenzo in Campo (PU) in via Miralbello 53, in qualità di mandante successivamente

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 86 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

diventata SNAMPROGETTI S.p.A. con sede a Fano (PU) in via Toniolo 1, con lettera di intenti APPR/APLT/105/02/AL del 23/12/02 e con il successivo Contratto Specifico N. 4200017164 del 14/04/03.

La decorrenza contrattuale è stata fissata al 2/01/03 mentre il termine di ultimazione dei lavori fu previsto per il 31/10/05 con sgombero del cantiere entro il 30/11/05.

Le attività svolte a tutto il 31 agosto 2005 sono state le seguenti ([5] Allegato 5 dell'Allegato 5c):

- Tipologie 0 e 1a: da realizzare i soli lavori di completamento
- Tipologia 1b: in corso le attività di costruzione del nuovo muro con completamento entro la metà del mese di settembre 2005
- Tipologia 2: in corso i lavori di ringrosso e rialzo del muro esistente con completamento entro la metà del mese di ottobre 2005.
- Tipologia 3: in corso le attività di esecuzione del nuovo muro con ultimazione prevista per settembre 2005
- Tipologia 4: da realizzare i soli lavori di completamento
- Tipologia 5a: completati i diaframmi in c.a, il diaframma plastico ed il diaframma drenante. In corso le attività di esecuzione del nuovo muro con completamento previsto nella seconda metà del mese di settembre 2005
- Tipologia 5b: ultimate le opere speciali di fondazione (diaframmi in c.a. e diaframma plastico e diaframma drenante) in zona D, D-E ed E e le opere murarie, con esclusione della tratta in corrispondenza della cabina SNAM, per la quale si prevedeva l'ultimazione per la prima metà del mese di ottobre 2005.
- Tipologia 7: da realizzare i soli lavori di completamento.

L'andamento temporale delle produzioni realizzate ha seguito in linea di massima il cronoprogramma stabilito ([5] Allegato 5 dell'Allegato 5c), la produzione complessiva realizzata è sintetizzata nel grafico seguente, dal quale si evince che le produzioni massime si sono ottenute negli anni 2004 e 2005.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 87 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

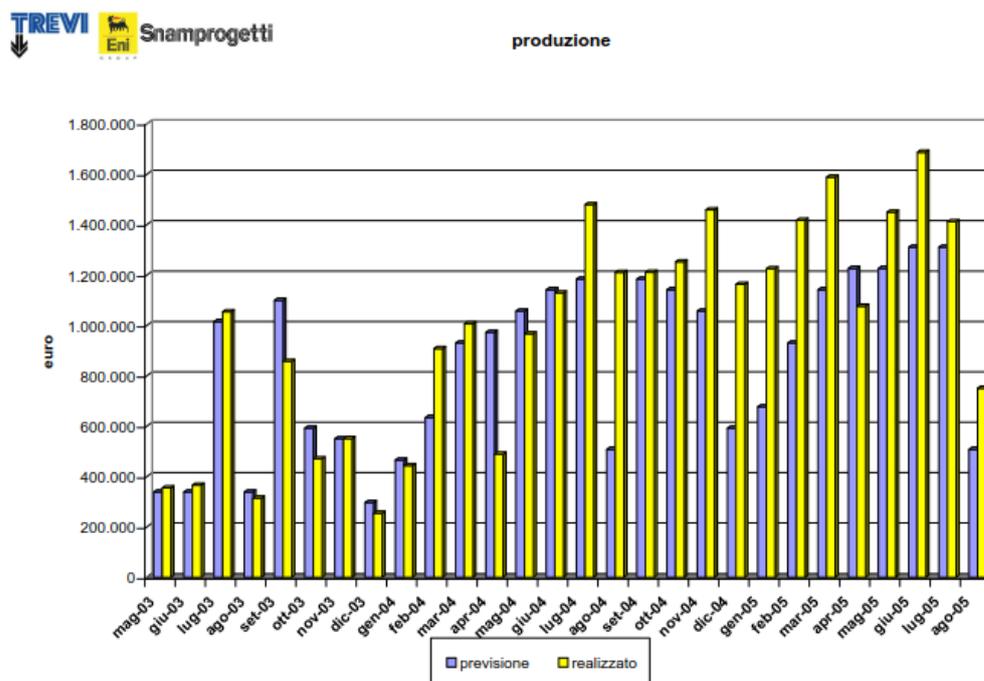


Figura 4-22: Andamento della produzione per la realizzazione della nuova opera arginale (tratto da: ([5] Allegato 5 dell'Allegato 5c)

4.3.10 Monitoraggi ambientali

Nel corso dei lavori sono stati eseguiti monitoraggi ambientali per il controllo dell'aria. Si riportano qui di seguito le date dei rilievi effettuati a tutto il 31 agosto 2004 con l'indicazione dei lotti e della attività in corso al momento del monitoraggio:

- 5-6 giugno 2003 Lotto 1 – piazzola di lavaggio zona B (fase di scavo)
- 12 giugno 2003 Lotto 3 – area impianto cantiere zona D
- 13 giugno 2003 Lotto 3 – piazzola di lavaggio zona C (fase di scavo)
- 16 giugno 2003 Lotto 1 – zona Basso Piave (viabilità di cantiere)
- 14 luglio 2003 Lotto 1 – zona Basso Piave (esecuzione micropali)
- 15 luglio 2003 Lotto 2 – Parshall (spostamento sottoservizi)
- 15-16-17 ottobre 2003 Lotto 2 – zona A-B sezione 20 (rimozione collinette)
- 2-3-5 febbraio 2004 Lotto 2 – zona A-B (esecuzione micropali)
- 28-29-30 settembre 2004 Lotto 1 – zona Basso Piave (scavi trincea)
- 18-20-21 ottobre 2004 Lotto 1 – zona A-B tipologia 3 (scavi trincea)
- 24-25-26 gennaio 2005 Lotto 2 – zona A e A-B tipologia 3 (scavo in marna litoide)

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 88 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- 2-7-8 marzo 2005 Lotto 3 – zona D e D-E tipologia 5b (scapitozzatura diaframmi)
- 19-20-23 maggio 2005 Lotto 2 – zona AB tipologia 3 (opere murarie)

I risultati di tutti i rilevamenti effettuati hanno riscontrato concentrazioni degli inquinanti nettamente inferiori (da uno a quattro ordini di grandezza) ai corrispondenti limiti di riferimento per cui durante l'esecuzione dei lavori non sono risultati necessari dispositivi di protezione individuale aggiuntivi rispetto a quelli già adottati in fase di progettazione ([5] Allegato 5 dell'Allegato 5c).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 89 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.4 Setto di separazione Zona A1/A2

Sempre nell'ambito del Progetto del 2002 fu prevista la realizzazione di un setto di separazione tra le zone A1 e A2, costituito da un diaframma plastico, tale da segregare fisicamente la Zona A1 dalla Zona A2 (Figura 4-23; Figura 2 e 4 in Allegato 1).

Tale opera, che si raccorda all'opera di confinamento arginale, completa la cinturazione della Zona A1. Il tratto a monte del setto di separazione della Zona A1/A2, oltre a completare il perimetro della Zona A1, evita le ingressioni delle acque sotterranee da monte.

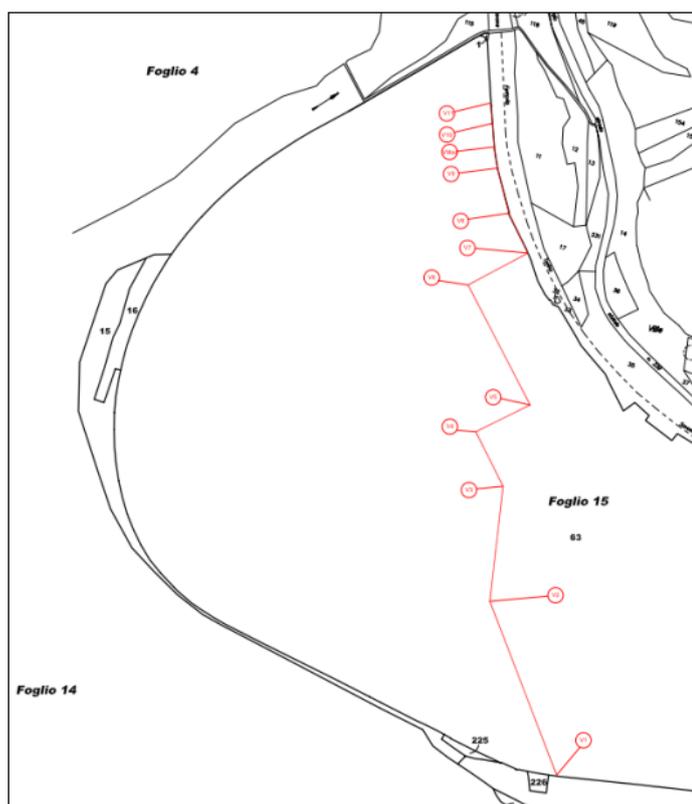


Figura 4-23: Estratto da planimetria catastale con individuazione dello sviluppo del setto di separazione A1/A2 (tratto da Progetto Esecutivo del setto di separazione Zone A1 e A2 –Tav. 03-01-BL-A-94439 – Snamprogetti. [5] Allegato 5m)

Il dimensionamento del setto di separazione della Zona A1 e A2 è stato effettuato considerando sia la funzionalità dell'opera, sia la sua efficienza nel tempo.

La Zona A1 era destinata ad accogliere i materiali contaminati derivanti dalla attività di risanamento del sito con la formazione di un terrapieno a ridosso del setto. Il manufatto, pertanto, è stato progettato per garantire il sostegno delle terre ed allo stesso tempo la tenuta idraulica in modo da impedire ogni ingresso o fuoriuscita di acque. E' stato perciò necessario dimensionare le opere in progetto nei confronti

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 90 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

della stabilità geotecnica, resistenza degli elementi strutturali, tenuta idraulica, controllo dei livelli piezometrici esterni in Zona A2.

Il diaframma plastico in miscela cemento e bentonite (all'interno del quale è inserito un telo in HDPE) immerso nel substrato marnoso costituisce la barriera impermeabile nei confronti della filtrazione delle acque di falda da o verso la Zona A1.

Le opere in fondazione, costituite da diaframmi in ca. e dalla palificata, hanno lo scopo di proteggere il diaframma dalle deformazioni indotte dalle spinte dei riempimenti in Zona A1. Inoltre i setti strutturali ed i tagli di fondazione costituiscono le fondazioni delle opere destinate al sostegno del terrapieno.

4.4.1 **Dimensionamento dell'opera in relazione alla sua funzionalità nel tempo**

Le strutture, gli elementi strutturali ed il diaframma plastico composito sono stati dimensionati in modo che possano svolgere la loro funzione per tutta la vita utile di progetto in accordo ai livelli di sicurezza previste nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.) e, conservativamente, sempre a favore di sicurezza.

Con riferimento al p.to 2.5 delle N.T.C. allora vigenti, Tabella 2.5.1 la vita utile di progetto è stata assunta pari a 100 anni. In base ad un principio di precauzione, all'opera in progetto è stata associata la Classe di importanza 2, riferita a "Industrie con attività pericolose per l'ambiente"⁶.

In accordo con quanto indicato al punto 3.2 del D. M. Infrastrutture e Trasporti 14 Settembre 2005 e con riferimento all'allegato 1 dell'ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274⁷, ai fini della definizione delle azioni di natura sismica, il Comune di Cengio (SV) risultava caratterizzato dai seguenti parametri:

- Zona sismica del sito: 4
- Categoria del suolo di fondazione: E
- Valore di riferimento per la massima accelerazione impressa al suolo: $ag=0,07g$
- Fattore di categoria del suolo di fondazione: $S=1,25$

Il metodo di calcolo impiegato è stato il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite come imposto al Cap. 5 delle N.T.C. allora vigenti. Lo stato limite è la condizione superata la quale la struttura non soddisfa più le esigenze per la quale è progettata.

Le strutture e gli elementi strutturali, poiché si ricadeva in Zona sismica 4, (p.to 2.2.3 delle N. T. C.) sono state progettate per la sicurezza nei confronti di:

- Stati Limite Ultimi (SLU): crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali che possano compromettere l'incolumità delle persone, provocare danni ambientali, mettere fuori servizio l'opera;

⁶ Lo stabilimento di fatto non era più produttivo, ma nella Zona A1 sarebbero rimaste sostanze potenzialmente pericolose.

⁷ "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche — individuazione, formazione, e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone"

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 91 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- Stati Limite di Esercizio (SLE): una qualsiasi condizione che comporta la perdita di funzionalità o il rapido deterioramento del sistema strutturale.

Per tutti i dettagli si rimanda al documento PROGETTO ESECUTIVO - RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO, SPC. 01-BD-E-94420, SnamProgetti, Maggio 2006 ([5] - Allegato 5m)

Tutte le opere previste sono state realizzate tra il mese di novembre 2006 e il mese di giugno 2008, e collaudate nel 2010 ([5] - Allegato 5f).

4.4.2 Breve richiamo all'iter di approvazione del progetto

Nell'ottobre 2003 viene elaborata la progettazione della campagna d'indagini geognostica finalizzata allo sviluppo del progetto definitivo del setto di separazione delle zone A1/A2; la campagna inizia nel marzo 2004 e termina il successivo maggio 2004. I risultati sono trasmessi con il documento "Messa in sicurezza permanente della Zona A1. Presentazione del Progetto Definitivo", inviato l'11/11/2004.

Il progetto viene approvato il 30/01/2006, e il 26/04/2006 il Commissario Delegato ne autorizza l'esecuzione con Provvedimento n°81 che recava prescrizioni generali e specifiche poi direttamente recepite nel progetto esecutivo ("Messa in sicurezza permanente Zona A1 - Setto di separazione" trasmesso Commissario Delegato in data 11.09.2006 con prot. AS/ms 205/2006).

La documentazione complessiva dell'intervento annovera inoltre ulteriori elaborati integrativi sia al progetto definitivo che esecutivo, per precisazioni in merito alle modalità esecutive delle opere, ovvero per assolvere a specifiche richieste di chiarimento ed osservazioni della Rete Ferroviaria Italiana (R.F.I.), cui spetta, per quanto di competenza, il rilascio dell'autorizzazione all'esecuzione dei lavori in deroga al D.P.R. n.753 del 11.07.1980.

Tale autorizzazione perveniva in data 14.04.2006 con nota RFI Direzione Compartimentale Infrastrutture Torino con la richiesta di ulteriore documentazione da predisporre prima dell'inizio dei lavori. Di conseguenza, nel mese di Novembre 2006 Snamprogetti provvedeva ad emettere la "Documentazione Integrativa al Progetto Esecutivo" costituita dall'elaborato Snamprogetti n. SPC 01-BD-E-95094 Rev 0 (e relativi allegati) che veniva trasmessa da SYNDIAL al Commissario Delegato in data 15/12/2006 con Prot. AS/ms-304/2006.

4.4.3 Descrizione delle opere realizzate e delle fasi di realizzazione

Il setto di separazione è stato realizzato con caratteristiche del tutto analoghe al diaframma perimetrale presente lungo il sistema di contenimento arginale; esso è costituito da un diaframma plastico in miscela cemento-bentonite (DPcb) all'interno del quale è posizionato un telo in polietilene ad alta densità (HDPE) intestato per diversi metri nelle marne di base a bassissima permeabilità. L'opera si sviluppa in direzione Nord-Sud per una lunghezza totale di circa 915 m.

In funzione delle diverse caratteristiche stratigrafiche del terreno lungo lo sviluppo dell'opera e della quota di riprofilatura finale dell'area, sono state sviluppate diverse soluzioni costruttive: in particolare, il setto di separazione si differenzia in quattro tipologie di sezioni strutturali. Indipendentemente dalle diverse soluzioni costruttive, il setto è costituito da:

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 92 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

- una parte in elevazione in cemento armato, per contenere il dislivello tra la Zona A2 e la Zona A1 dovuto all'accumulo dei materiali derivanti dalle varie operazioni di bonifica del sito all'interno della Zona A1 e dimensionata per resistere alle spinte delle terre da esso derivanti;
- una parte in fondazione (setti strutturali, pali e taglioni a seconda dei casi⁸) accoppiata ad un diaframma plastico composito, dello spessore di 1 m, costituito da un corpo in miscela plastica acqua/cemento/bentonite/additivi tipo "Solidur" immersato nel substrato di marna litoide a profondità variabile in ragione, come da progetto, delle verifiche di tenuta idraulica in base alla permeabilità locale del substrato marnoso, al cui interno, in posizione verticale, è posto un telo in HDPE dello spessore di 2,5 mm. La profondità dal piano campagna del diaframma plastico varia da un minimo di 9 m ad un massimo di circa 26 m.

In Zona A2, a ridosso del setto di separazione, allo scopo di controllare il livello della falda sottostante, è stata realizzato un sistema di emungimento della falda costituito da n. 17 pozzi.

Nella Zona prospiciente la ferrovia, a partire da vertice V7 fino all'altezza del cancello di ingresso in Zona Basso Piave (rif: Figura 4-23) è stata realizzata una trincea drenante superficiale per il drenaggio delle acque nella Zona compresa tra la linea ferroviaria e il muro di recinzione dello stabilimento.

4.4.4 **Attività accessorie e provvisorie eseguite in fase di realizzazione**

Nel corso della realizzazione dell'opera sono state eseguite numerose attività accessorie e provvisorie, quali:

Pista provvisoria: è stata realizzata sul lato Zona A1 lungo tutta l'estensione del tratto interessato dal Setto e sul lato Zona A2 lungo la tratta tra i vertici V1 - V7 per consentire i lavori e la movimentazione dei mezzi d'opera durante tutte le fasi di esecuzione delle opere. La pista di servizio è stata rimossa al termine dei lavori.

Deviazione reti elettriche V7 — V11: sono stati deviati provvisoriamente i cavi elettrici insistenti tra i vertici V7 - V11 sul muro di recinzione preesistente e collocati sul lato esterno del cantiere; al termine dei lavori i cavi elettrici sono stati ricollocati sulle nuove murazioni.

Bonifica da strutture esistenti e reti: mediante uno scavo preliminare di bonifica esteso per una profondità minima di 2m eseguito lungo tutto il tracciato dell'opera, sono stati intercettati, sezionati e rimossi tutti i sottoservizi elettro-meccanici interferenti con l'area dei lavori; l'estremità delle tubazioni sezionate sono state occluse con calcestruzzo; sono state inoltre rimosse le strutture interrato tra cui plinti, strutture in muratura, cunicoli, pozzetti ed i corpi estranei in generale; al completamento della bonifica lo scavo è stato riempito con materiale di cava stabilizzato.

- ⁸ cortina di colonne in jet-grouting, paratia di pali trivellati in c.a., soletta e taglioni di fondazione del muro di sostegno in ca. (Tipologia A); diaframmi strutturali in ca. e soletta di fondazione del muro di sostegno in ca. (Tipologia B e C); cortine di colonne in jetgrouting, soletta e taglioni di fondazione del muro di sostegno in ca. (Tipologia D).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 93 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Bonifica da ordigni bellici: mediante un'indagine specialistica condotta dalla ditta B.C.M. C.O.E.B. S.r.l., estesa su una superficie totale pari a 3902 mq, lungo il tracciato dell'opera tra i vertici V1 — V7 è stata eseguita una bonifica preventiva da ordigni bellici, garantita fino alla profondità massima di 8 m dal piano di calpestio.

4.4.5 Modalità esecutive dei lavori

Tutti i lavori sono stati eseguiti in conformità a quanto previsto nel documento "Specifiche di Progetto – Modalità di Esecuzione Lavori e Specifiche Tecniche dei Materiali" (SPC. 01-BD-E-94432 del 31 Maggio 2006) del Progetto Esecutivo ([5] - Allegato 5m).

Durante il corso dei lavori di escavazione e trasporto - materiale, nel rispetto delle prescrizioni del Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) sono state eseguite, con cadenza settimanale, attività di monitoraggio ambientale.

Dalla documentazione relativa a tali monitoraggi (vedasi Relazione finale del Direttore dei lavori ([5] - Allegato 5f) si evidenzia che i risultati sono inferiori alle concentrazioni limite ammissibili negli ambienti di lavoro.

I lavori si sono svolti nel rispetto delle prescrizioni del PSC. I verbali di ispezione sono custoditi da SYNDIAL, presso lo stabile SYNDIAL sito in piazza della Vittoria 10, Cengio (SV).

Di seguito si riportano alcuni stralci del documento citato relativi alle principali attività previste, rimandando al documento stesso per un integrale inquadramento delle modalità esecutive previste di tutti i lavori.

4.4.5.1 Allestimento cantiere

L'Appaltatore dovrà predisporre il cantiere nelle aree indicate negli elaborati di progetto o in alternativa nelle aree indicate dalla Committente, provvedendo alla preparazione delle aree, alla loro recinzione, alla fornitura ed allestimento degli impianti fissi necessari all'esecuzione dei lavori, alla baracche di cantiere, alle reti di distribuzione di acqua, forza elettromotrice e linee telefoniche a partire dal punto di allaccio reso disponibile nell'area di cantiere a cura della Committente (uno per ogni area di cantiere). Sarà onere dell'Appaltatore realizzare le reti di distribuzione nelle aree dei lavori nel caso gli necessitino allacci prossimi ai settori di lavoro. A fine lavori l'Appaltatore dovrà provvedere alla rimozione di tutte le attrezzature, allo smantellamento delle aree di cantiere effettivamente utilizzate, alla rimozione di tutti i rifiuti, scarti di lavorazione, materiali residui ed al ripristino dei luoghi.

4.4.5.2 Formazione di piste e piazzole

Sarà a cura e onere dell'Appaltatore la costruzione, il mantenimento e la manutenzione delle eventuale piste di cantiere necessarie alla movimentazione dei mezzi d'opera per tutta la durata del cantiere.

In base alla morfologia delle aree di lavoro, l'Appaltatore dovrà provvedere alla regimazione delle acque meteoriche sia per i tratti adibiti a pista di transito che ad area di lavoro. Al termine dei lavori l'Appaltatore

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 94 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

dovrà ripristinare a proprio carico e spese le condizioni originarie dei tratti adibiti a piste di passaggio dei mezzi di cantiere.

4.4.5.3 Gestione delle acque degli scavi e di risulta dalle attività di cantiere

Durante l'asportazione dei terreni è necessario aggotare le acque che si accumulano negli scavi stessi mediante idonei impianti di pompaggio installati. Gli scavi dovranno essere mantenuti asciutti. Al fine di garantire dal rischio di dispersione delle stesse, le acque emunte dagli scavi saranno prima inviate in apposite vasche di sedimentazione di adeguate dimensioni (minimo N° 2 vasche da 10 m²) e caratteristiche per poi essere inviate alla vasca di raccolta di stabilimento Syndial siglata A140.

Deve essere garantito il funzionamento del sistema con presenza di personale secondo le necessità contingenti e presidio in caso di eventi meteorologici intensi o di sensibili afflussi o di esigenze impiantistiche specifiche. Le vasche di sedimentazione sono suddivise tramite un setto in due settori: il primo è il sedimentatore, il secondo è il decantatore.

La sedimentazione e la decantazione sono operazioni meccaniche mediante le quali vengono separate per gravità particelle insolubili sospese in un liquido, con conseguente formazione di un deposito solido (solitamente fangoso). L'acqua aggotata dal fondo degli scavi viene immessa nel sedimentatore dal fondo mediante una apposita tubazione; le particelle insolubili più dense si depositano e costituiscono il deposito fangoso che viene estratto mediante raschiatura dal fondo; quelle meno dense salgono in superficie con il flusso della corrente e passano al decantatore dove, grazie a maggiori tempi di stazionamento, possono depositarsi sul fondo. A tale scopo l'Appaltatore dovrà dotarsi di un apposito impianto che tratti la frazione in sospensione e che garantisca una velocità limite di caduta di 1 - 2 m/h. Il sistema dovrà essere dimensionato anche tenendo conto del flusso derivante dal flusso atteso di fanghi bentonitici e fornito di tutti gli accessori e collegamenti idraulici necessari al suo funzionamento.

Il liquido decantato viene recuperato dalla parte alta della vasca e viene inviato alla vasca di raccolta di stabilimento Syndial siglata A140. L'eventuale deposito fangoso invece, periodicamente recuperato, sarà trattato quale materiale di risulta dagli scavi e gestito secondo i protocolli in essere con l'Ufficio Commissariale. Al sistema di trattamento per sedimentazione saranno inviate, oltre alle acque di falda rinvenute e aggotate durante gli scavi, le acque di origine meteorica eventualmente accumulate sul fondo degli stessi, anche le acque di risulta dalle attività di cantiere, fanghi, acque di lavorazione, acque provenienti dai due impianti di lavaggio mezzi presenti in Zona A1 e comunque tutte le acque derivanti dalle attività di cantiere. Le operazioni di aggotamento, durante particolari fasi di lavoro o quando non è possibile installare pompe sommerse o pescanti, dovranno essere effettuate con l'impiego di autospurgo. La rete esistente sarà gestita dalla Committente mentre ogni intervento sulla rete esistente inerente le attività in oggetto sarà concordato la Committente a cure e spese dell'Appaltatore.

Tutte le acque emunte sono state inviate in vasche dedicate di sedimentazione, da qui, alla vasca di raccolta di stabilimento A140. Come materiali di risulta degli scavi, i depositi fangosi sono stati inviati direttamente in Zona A1.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 95 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.4.5.4 **Tecniche di scavo**

Per l'esecuzione del diaframma plastico composito sono ammesse sia lo scavo con idrofresa sia lo scavo con benna mordente rettangolare guidata da aste telescopiche anticipate dall'esecuzione di fori di alleggerimento propedeutici.

L'Appaltatore, dopo aver preparato il piano di lavoro e picchettato l'asse dell'opera, realizzerà le corree guida in ca. di caratteristiche analoghe a quelle previste per i diaframmi in calcestruzzo armato. I primi 3 metri circa di scavo dovranno in ogni caso essere eseguiti con macchina di scavo di benna mordente montata su asta guidata in presenza oppure anche in assenza di fango bentonitico. Il prescavo andrà in ogni caso colmato con fango bentonitico non appena verrà terminato. Successivamente andrà inserito l'utensile di scavo in dotazione all'idrofresa per completare la restante parte dello scavo fino alle profondità indicate in progetto.

Il fango bentonitico verrà immesso all'interno dello scavo assecondando l'avanzamento dell'idrofresa, in quanto il fango stesso viene usato dalla macchina per la rimozione dei detriti dallo scavo. Raggiunta la profondità di progetto, il fondo scavo dovrà essere regolarizzato e ripulito da tutti i detriti eventualmente accumulatisi. La composizione del fango bentonitico, inclusi gli additivi, durante il funzionamento dell'idrofresa dovrà essere preliminarmente messo a punto dall'Appaltatore in relazione alla litologia presente ed alle caratteristiche tecniche della macchina impiegata. Attraverso il fango bentonitico dovrà essere garantita la stabilità delle pareti di scavo fino alla completa realizzazione del diaframma plastico. L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori le caratteristiche del fango che ha intenzione di usare, i controlli giornalieri previsti ed i dati rilevati. La sequenza di scavo dei pannelli di apertura e Chiusura sarà stabilita dall'Appaltatore.

Maturata la miscela cementizia delle colonne di jet grouting, si potrà iniziare lo scavo del diaframma definitivo, dello spessore non inferiore a 1,0 m e profondità definita negli elaborati di progetto. Lo scavo sarà eseguito per tratti la cui lunghezza sarà proposta dall'Appaltatore alla Direzione Lavori in relazione alla capacità degli impianti installati per la preparazione dei fanghi bentonitici, della miscela autoindurente e della propria organizzazione del lavoro. Per eseguire lo scavo nel substrato di marna integra dovranno essere eseguiti una serie di fori di alleggerimento con una trivella a elica o in alternativa con "bucket" di diametro massimo pari allo spessore previsto per il diaframma definitivo, fino a raggiungere la profondità prevista in progetto. Non è ammesso l'uso di attrezzature di scavo a percussione o a rotoperussione. I fori andranno realizzati lungo l'asse del diaframma definitivo. L'interasse dei fori dovrà essere deciso dall'Appaltatore in relazione alle macchine a sua disposizione e della consistenza della marna. Non è esclusa la possibilità che si debbano praticare fori tangenti e se necessario secanti. Per permettere il raggiungimento delle profondità di progetto in marna integra, verranno adottate idonee tecniche in relazione all'attrezzatura utilizzata escluse attrezzature di scavo funzionanti a percussione o rotoperussione..... L'esecuzione dei fori di alleggerimento dovrà avvenire alla presenza di fanghi bentonitici o con le pareti del foro protette dai franamenti tramite rivestimento metallico da recuperare. Terminata la realizzazione dei fori di alleggerimento si procederà con lo scavo a benna mordente rettangolare in presenza di fango bentonitico per il sostegno delle pareti di scavo. Si procederà per tratti di lunghezza contenuta lasciando, tra un tratto ed il successivo, tratti di lunghezza leggermente inferiore

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 96 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

all'apertura della benna. Si completerà lo scavo con l'asportazione dei tratti restanti, con la successiva regolarizzazione e pulizia del fondo per l'intero settore in cui si prevede di eseguire il getto.

4.4.5.5 Controlli

L'Appaltatore dovrà eseguire controlli in corso d'opera e fornire la relativa documentazione alla Committente e alla Direzione Lavori relativamente alle tolleranze di seguito indicate per la formazione del diaframma plastico composito definitivo ed alle caratteristiche tecniche dei materiali approvvigionati e dei materiali posti in opera.

La deviazione dalla verticale in ogni pannello del diaframma definitivo dovrà risultare non superiore al 1%. Il controllo dovrà essere effettuato per mezzo di un apposita strumentazione posta all'interno dello scavo o tramite inclinometro installato direttamente sulla macchina di scavo. In tal caso dovrà essere fornito il certificato di taratura indicato l'errore di misura dello strumento. La larghezza resa del diaframma definitivo dovrà risultare in ogni punto non inferiore a 1,0 m indicata nel progetto.

La profondità del diaframma dovrà essere misurata ed accertata prima del getto della miscela auto indurente con un apposito scandaglio o con altro metodo approvato dalla Direzioni Lavori. Il fondo scavo dovrà risultare a quota mai superiore a quella riportata in progetto. In ciascun tratto del diaframma definitivo si dovrà misurare l'assorbimento della miscela auto indurente ed effettuare il confronto con il volume dello scavo colmo. Per ogni pannello di telo in HDPE da porre in opera l'Appaltatore dovrà rilevare: la quota locale del tetto della marna; la quota del tetto della marna integra; la quota di fondo scavo raggiunta.

La quota raggiunta dall'estremità inferiore del telo in HDPE posto in opera non potrà essere in ogni punto superiore a quella riportata in progetto. Tutti i controlli eseguiti dovranno essere riportati su specifici formulari. In particolare si dovranno almeno registrare: data; ora; tipologia di controllo eseguito; tratto e pannello in cui è fatta la misura di controllo; nome e firma dell'incaricato ad eseguire la misura di controllo.

Tutta la documentazione relativa alle prove eseguite in corso d'opera è custodita da SYNDIAL presso lo stabile SYNDIAL sito in Piazza della Vittoria, 10 - Cengio (SV). Si riportano nel seguito le risultanze cui perviene il progettista SAIPEM, Ing. Aprea, (pag. 21, relazione SPCS 01-bd-ef-85478 del 31.05.2010):
“Tutte le prove eseguite, sia in sito che in laboratorio, hanno soddisfatto quanto richiesto dalla specifica tecnica di progetto di appalto. Per quanto riguarda i risultati delle prove a trazione per flessione i valori medi ottenuti si ritengono accettabili in considerazione del fatto che l'entità dello stato tensionale di trazione agente sul diaframma plastico in condizioni di esercizio ottenuto sia dalle analisi eseguite nel progetto esecutivo che da quelle eseguite in ambito di progetto costruttivo risulta essere per tutte le sezioni di analisi e nelle combinazioni di carico più gravose considerevolmente inferiore alla resistenza del materiale attenuata nel corso delle prove di trazione per flessione e trazione diretta”.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 97 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.4.5.6 Gestione terreni di risulta da scavi

Modalità esecutive e criteri di protezione ambientale

Tutti i materiali di risulta degli scavi e demolizioni (terrosi, residui in ca., residui in laterizio) dovranno essere trasportati in aree di pertinenza Syndial esclusivamente dietro indicazione da parte della Committente secondo modalità, frequenza di transito e tragitti ritenuti al momento più idonei. I materiali derivanti dalla rimozione dei sottoservizi dismessi avranno la stessa procedura prevista dei materiali derivanti dagli scavi.

Tutte le attività dovranno essere svolte in modo da impedire la diffusione nell'ambiente. Circostante degli eventuali contaminanti presenti. Gli strumenti e le attrezzature impiegate nelle diverse operazioni pertanto dovranno essere scelti in modo adeguato per il raggiungimento di questo scopo.

Tutti i materiali rimossi saranno trasportati in un'area attrezzata per lo stoccaggio provvisorio o, su indicazione della Committente, in un'area specifica situata all'interno dello stabilimento e stoccati con mezzi adeguati allo scopo. Quando le tecniche di scavo lo consentono, si opererà in modo da procedere per strati visivamente omogenei, al fine di uniformare i materiali di scavo e non miscelare o contaminare con operazioni di scavo improprie materiali che sul posto hanno le stesse caratteristiche. Ciò al fine di agevolare le operazioni di campionamento, caratterizzazione e riutilizzo dei materiali nell'ottica della bonifica del sito.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi dovranno essere scaricati in condizioni palabili, altrimenti dovranno essere trattati e resi tali attraverso l'impiego di un impianto dedicato. Le piazzole per il trattamento dei fanghi eventualmente non palabili, saranno indicate dalla Committente e andranno gestite con tutti gli accorgimenti previsti per i materiali di risulta da scavi, onde permettere l'identificazione della provenienza dei fanghi per garantire il rispetto dei protocolli in essere. Durante l'esecuzione dei lavori, sarà cura della Direzione Lavori provvedere a registrare la Zona di provenienza del materiale, l'indicazione della progressiva numerica di avanzamento riferita all'asse del diaframma plastico, la profondità approssimativa di origine del materiale. All'occorrenza si assegnerà inoltre una numerazione progressiva a ciascun cumulo in fase di formazione. Saranno inoltre registrate le coordinate del sito di provenienza di ciascun carico, espresse nel sistema di riferimento Gauss — Boaga. All'occorrenza i dati identificativi saranno riportati, con pennarello indelebile, su tabella in materiale plastico (o altro materiale idoneo alla permanenza in esterno) delle dimensioni di un foglio UNI A4. Questi serviranno alla univoca definizione di ciascun cumulo formato. La tabella sarà fissata ad un paletto infisso nel cumulo stesso. A carico dell'Appaltatore rimangono gli oneri di gestione dei materiali in accordo e conformemente ai protocolli in essere con l'Ufficio Commissariale.

Durante lo scavo di diaframmi, pali, o fondazioni si dovrà impedire con la massima cura la contaminazione del piano di lavoro con i materiali di risulta degli scavi, caricando il materiale direttamente sui mezzi di trasporto diretti alla piazzole di stoccaggio.

Tutti i materiali sono stati direttamente abbancati in Zona A1, come da comunicazione SYNDIAL del 3.8.2006 al Commissario Delegato. Per ogni singolo viaggio effettuato, nel corso di tutte le attività di asportazione, sono stati compilati dalla D.L. i relativi verbali di trasporto finalizzati alla rintracciabilità dei

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 98 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

materiali movimentati. Tali verbali sono custoditi da SYNDIAL presso lo stabile SYNDIAL, sito in Piazza della Vittoria, 10 - Cengio (SV).

Caratteristiche dei mezzi di trasporto

Il cassone dei mezzi di trasporto potrà avere una capienza massima di circa 18-20 m³, dovrà garantire la tenuta idraulica e dovrà essere coperto attraverso un meccanismo comandato elettromeccanicamente copri/scopri durante il transito, sia a cassone pieno sia a cassone vuoto. I mezzi di trasporto provenienti dalla viabilità di cantiere dovranno essere sottoposti a lavaggio delle ruote e del sottoscocca ogni volta che debbano spostarsi dalla Zona A1 alla Zona A2, mediante l'impiego delle piazzole di lavaggio esistenti presso la cabina CO o presso la Zona Basso Piave. Prima dell'uscita dallo stabilimento allo scopo evitare la dispersione di eventuali materiali rimasti nei pneumatici tutti i mezzi dovranno essere sottoposti al lavaggio delle ruote e del sottoscocca presso la piazzola di lavaggio posta in Zona portineria.

Tutte le operazioni dovranno essere eseguite in accordo con le procedure interne Syndial inerenti la gestione dei materiali di scavo e conformemente ai protocolli in essere con l'Ufficio Commissariale.

4.4.5.7 Ritombamento scavi

Materiali

Il ritombamento degli scavi dovrà essere effettuato con terreni disponibili in sito che rientrano nei limiti fissati dal DM 471/99, come integrati per il sito di Cengio/Saliceto, relativi ai suoli ad uso industriale in accordo al protocollo per la gestione del trasferimento dai cumuli di terreno ad uso industriale ai siti di ritombamento in Zona A2, e se composti da terreni idonei dal punto di vista meccanico. I materiali utilizzati per il ritombamento dovranno essere asciutti e avere uno scheletro solido atto a garantire la costipazione degli stessi. Il materiale verrà posto in opera garantendo la sua omogenea compattazione eventualmente correggendolo, se necessario, mescolandolo con terreni a granulometria grossolana al fine di avere uno scheletro solido utile (pari a circa il 30% in volume) che garantisca la sua compattazione. Lo scheletro solido dovrà essere non meno del 30% del materiale di ritombamento ed eventualmente approvvigionato dall'esterno.

L'Appaltatore dovrà provvedere al carico dai cumuli di deposito al trasporto, allo scarico, alla stesa a strati compattati sul luogo di destinazione.

Modalità di esecuzione

Nel seguito vengono riportate le modalità di ritombamento degli scavi:

- il materiale sarà posto in opera in strati di spessore proporzionato alla natura del materiale ed al mezzo costipante usato;*
- comunque ogni strato dovrà avere uno spessore non superiore ai 30 cm di sofficie e una pendenza, necessaria al rapido smaltimento delle acque meteoriche, non superiore al 3%; lo stato del materiale impiegato per ogni strato dovrà essere corretto, se necessario, mediante inumidimento con acqua erogata con adatto spruzzatore o mediante essiccamento od altri trattamenti;*

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 99 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- *la compattazione dovrà essere eseguita con mezzi idonei ed adatti, quando il caso lo richiede, ad eseguire i costipamenti in aree ristrette. Essa dovrà essere eseguita procedendo dai bordi dell'area da compattare verso il centro;*
- *nella formazione dei riporti dovranno essere riservati agli strati superiori i materiali migliori disponibili, siano questi provenienti da scavi eseguiti nell'area d'intervento o da cave di prestito esterne alla stessa.*

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 100 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.5 Bonifiche dei terreni delle Zone A2, A3 e A4 e conferimento dei materiali scavati contaminati nella Zona A1

Come previsto dall'Accordo di Programma del 2000 [2], il Progetto preliminare di bonifica del sito di Cengio (A1, A2, A3 e A4) presentato da Syndial ai sensi del DM471/99 nell'aprile 2002 e poi approvato nel 2003, prevedeva interventi mirati al risanamento dell'intero sito mediante bonifica, bonifica con misure di sicurezza e messa in sicurezza permanente.

La caratterizzazione eseguita nel sito aveva consentito di determinare lo stato di qualità dei terreni sovrastanti il substrato marnoso delle zone A2, A3 e A4. I progetti definitivi, sviluppati a partire dai risultati delle indagini effettuate, avevano previsto l'asportazione dei terreni che superavano i limiti per le destinazioni d'uso previste per le suddette zone, con la collocazione degli stessi in Zona A1.

L'intervento progettato, approvato e realizzato nell'Area A1 è consistito nella bonifica e messa in sicurezza del sito di Cengio tramite confinamento permanente dei soli rifiuti e terreni contaminati provenienti dalle attività di bonifica propri del sito, abbancati nelle aree del sito stesso, la maggior parte dei quali già direttamente all'interno dell'area A1.

Tale soluzione progettuale venne approvata dalla Conferenza dei Servizi dopo una valutazione sistematica effettuata sulla base di tutte le più complete informazioni progettuali fornite dalla Committente, che dimostrò come la completa movimentazione di tutti i rifiuti e terreni contaminati del sito di Cengio (stimati in circa 3 milioni di m³) avrebbe potuto generare impatti non trascurabili e che di contro non erano individuabili, dato il volume coinvolto, tecnologie o impianti di conferimento accessibili a costi sostenibili (rif: par 3.3 della presente relazione).

Pertanto, la soluzione della Messa in Sicurezza Permanente risultò, allora, la soluzione più idonea anche dal punto di vista ambientale.

Nei successivi paragrafi sono forniti ulteriori approfondimenti in merito alla bonifica delle singole zone e alla gestione operativa delle attività di messa in sicurezza permanente, dalle quali si evince che, anche se l'opera realizzata si configura dal punto di vista amministrativo come una Messa in Sicurezza Permanente, ai fini della tutela della salute e dell'ambiente, sono stati adottati accorgimenti e procedure gestionali atti a salvaguardare l'ambiente e la salute del tutto analoghi a quelli allora previsti dalla normativa europea in merito alle discariche. Infatti:

- il provvedimento autorizzativo del progetto di bonifica ([5] - Allegato 5b) richiedeva esplicitamente l'osservanza di una serie di requisiti tecnico gestionali propri anche delle discariche di rifiuti pericolosi;
- sono state pianificate ed effettuate tutte le attività volte al conferimento controllato dei materiali escavati;
- i rifiuti non compatibili con il conferimento (reflui salini e materiali contenenti amianto) sono stati trattati e conferiti all'esterno;
- in fase operativa sono state effettuate verifiche per definire, sul piano analitico, l'eventuale pericolosità dei materiali da conferire;
- la movimentazione e la gestione dei materiali scavati è avvenuta in accordo con i piani autorizzati, tutte le operazioni sono state condotte e documentate nel dettaglio, tramite appositi verbali;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 101 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- tutte le attività di gestione dei rifiuti e dei terreni scavati sono state sempre eseguite sotto il controllo del personale dell'Autorità Pubblica.

4.5.1 **Bonifica della Zona A2**

La Zona A2 copre il corpo centrale e la porzione est dello stabilimento di Cengio ed era caratterizzata, prima degli interventi effettuati, dalla presenza degli ex impianti produttivi e delle infrastrutture industriali (in progressiva fase di demolizione), che hanno causato contaminazione nei terreni e nella falda sottostante. Dalle indagini di caratterizzazione eseguite in Zona A2 con maglia 25m x 25m, non sono stati individuati rifiuti, ma solo terreni contaminati con superamento dei limiti di concentrazione ammissibile per suolo ad uso industriale per almeno uno dei contaminanti analizzati.

All'interno del Progetto Preliminare di Bonifica la strategia dedicata alla Zona A2, coerentemente con gli obiettivi dell'Accordo di Programma del 2000, era finalizzata a restituire tale area nei minimi tempi tecnici per destinarla a progetti di reindustrializzazione, tramite:

- interventi di bonifica dei terreni: asportazione degli hot spot di terreno nell'intorno dei sondaggi risultati contaminati (con moduli iniziali di 25mx25m) e abbancamento del materiale rimosso in Zona A1, controllo del fondo e delle pareti dello scavo;
- misure di sicurezza permanenti sulla falda (garantite dal sistema di confinamento fisico arginale (diaframma composito) e dal diaframma drenante (descritti ai paragrafi precedenti).

Azioni propedeutiche alle suddette attività erano la demolizione degli edifici obsoleti presenti nell'area con successivo abbancamento dei materiali di risulta delle demolizioni in Zona A1. A tal fine, l'intera area è stata a sua volta suddivisa in lotti funzionali da bonificare progressivamente per rendere via via disponibili porzioni di sito da destinare a interventi di reindustrializzazione: Lotto 1 (che comprende i cosiddetti Lotto Ce.S.T.A., Lotto 2 Ce.S.T.A. e due aree adiacenti non contaminate), Lotto 2 e Lotto 3 (si vedano le seguenti Figure). Il Lotto denominato Zona A2 bis è trattato nel successivo paragrafo 4.5.2.

La bonifica dell'intera Zona A2 è stata certificata nel 2010 con svincolo completo delle aree, che sono state restituite agli usi previsti dalle vigenti norme urbanistiche ([5] Allegato 5e).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 102 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

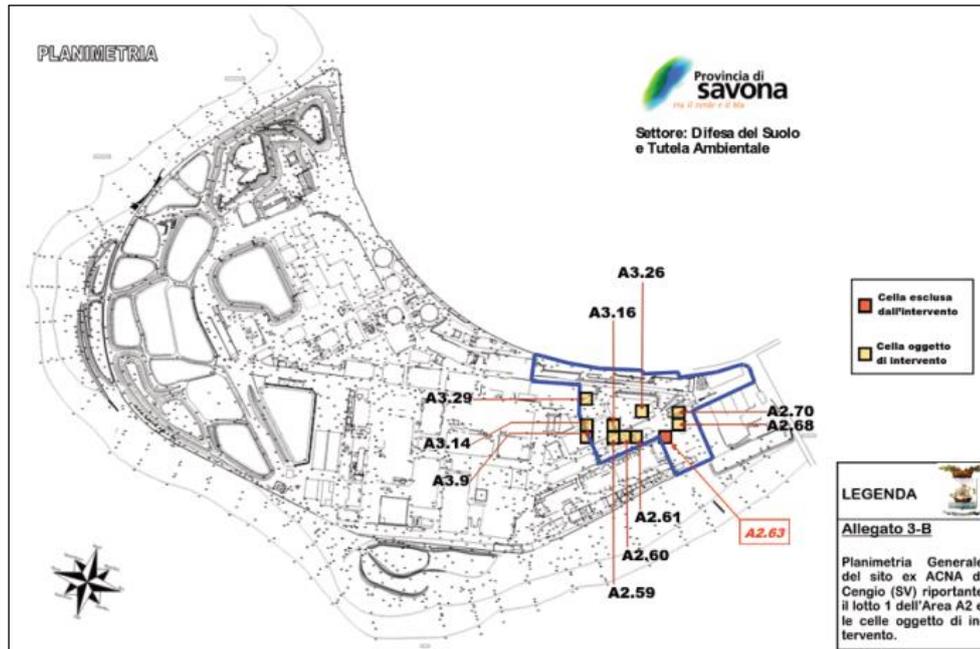


Figura 4-24: Planimetria Generale del sito ex ACNA di Cengio (SV) riportante il Lotto 1 dell'Area A2 e le celle oggetto di intervento

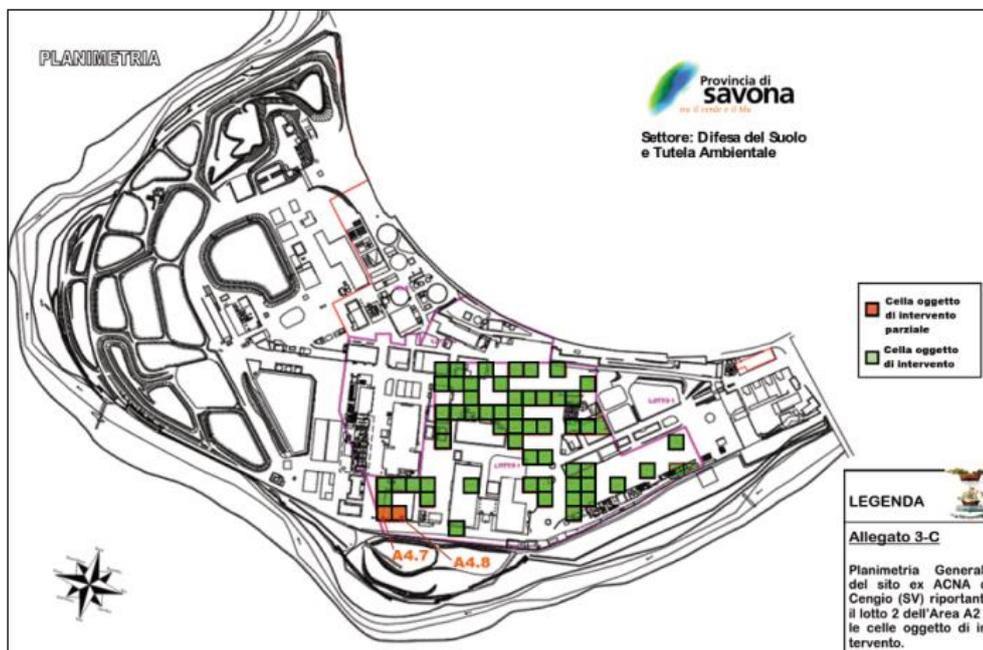


Figura 4-25: Planimetria Generale del sito ex ACNA di Cengio (SV) riportante il Lotto 2 dell'Area A2 e le celle oggetto di intervento

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 103 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

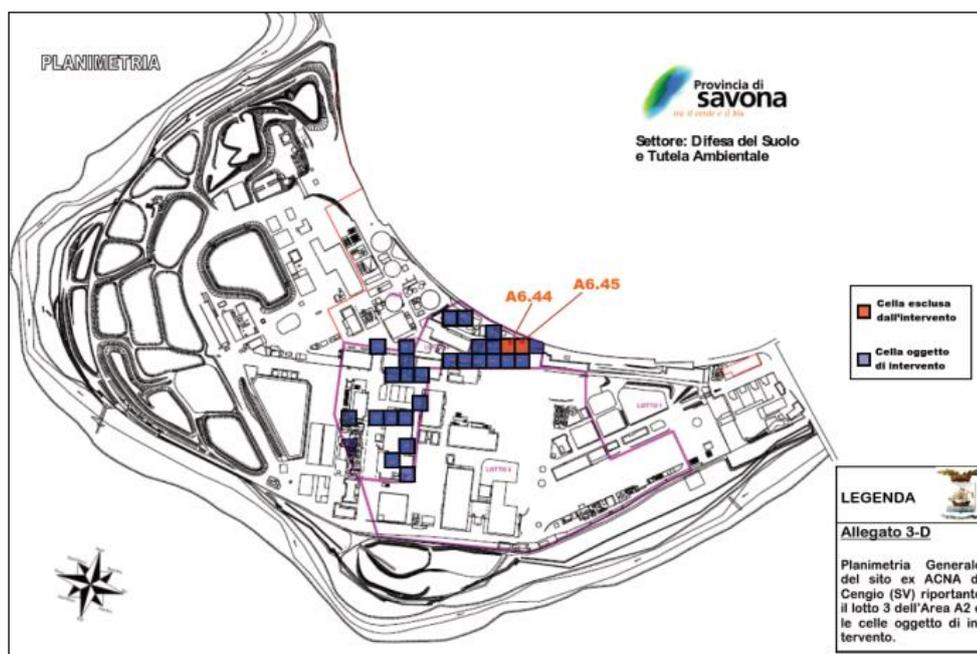


Figura 4-26: Planimetria Generale del sito ex ACNA di Cengio (SV) riportante il Lotto 3 dell'Area A2 e le celle oggetto di intervento

4.5.1.1 Breve richiamo all'iter di approvazione del progetto, collaudo delle opere e certificazione della bonifica

Nel 2003 la Società trasmise il "Progetto definitivo di bonifica con misure di sicurezza della Zona A2", e contemporaneamente, in conformità ad una politica di reindustrializzazione dell'area, i progetti definitivi di bonifica con misure di sicurezza di aree stralcio. Il Progetto è stato successivamente modificato e rielaborato a seguito di richieste di chiarimenti e integrazioni, e fu quindi definitivamente approvato con prescrizioni nella Conferenza di Servizi del 23/06/2006 e il successivo 10/07/2006 fu autorizzato dal Commissario Delegato⁹.

Nel frattempo nel Giugno 2003 fu inviato agli Enti il progetto definitivo di bonifica con misure di sicurezza del cosiddetto Lotto Ce S.T.A., approvato con prescrizioni il 16/07/2003. L'approvazione era subordinata alla presentazione di un progetto definitivo per la bonifica con misure di sicurezza per un ulteriore Lotto 2 Ce.S.T.A.

Il progetto per il Lotto 2 Ce.S.T.A. fu presentato nell'Ottobre 2003 e approvato il 24/02/2004. Nel progetto approvato era identificato un nuovo lotto denominato "Lotto 1" comprendente i due Lotti Ce.S.T.A. e due aree adiacenti risultate non contaminate.

Nel dicembre 2003 furono avviati i lavori di bonifica del Lotto Ce S.T.A. (2500 m²) che terminarono il successivo 22/04/2004.

⁹ Rimane esclusa da tale provvedimento la Zona A2 bis (precedentemente anche identificata come Lotto 7) sulla quale insiste l'Impianto di Trattamento Acque (ITAR).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 104 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

I lavori nel Lotto 2 Ce.S.T.A. (19.900 m²) furono avviati il 13/06/2006 e terminarono il 27/02/2007. Il 15/06/2007 la Provincia di Savona emise il Provvedimento di certificazione dell'intero Lotto 1 dell'Area A2.

Nel Maggio 2007 iniziarono i lavori di bonifica del Lotto 2 che terminarono nel Novembre 2008. Il 19/03/2009 la Commissione di Collaudo rilasciò il relativo certificato di collaudo.

Nel Gennaio 2008 iniziarono i lavori di bonifica del Lotto 3 che terminarono nel Gennaio 2009. Il 20/03/2009 la Commissione di Collaudo rilasciò il relativo certificato di collaudo.

La bonifica della Zona A2 è stata certificata nella sua totalità (Provvedimento n. 2010/205 del 15/01/2010 "Atto Dirigenziale della Provincia di Savona per la certificazione ai sensi dell'Art.12 comma 2 del D.M. 471/99 relativa al lotto 1, 2 e 3 dell'area A2" - ([5] - Allegato 5e)), con svincolo completo delle aree, che sono state restituite agli usi previsti dalle vigenti norme urbanistiche.

4.5.1.2 **Descrizione generale delle attività di bonifica del Lotto 1 della Zona A2 (Lotto Ce S.T.A. e Lotto 2 Ce S.T.A.)**

Come detto con Lotto 1 si intende l'insieme di due ulteriori Lotti denominati inizialmente Lotto Ce S.T.A. e Lotto 2 Ce S.T.A., cui sono state aggiunte due aree adiacenti risultate non contaminate.

La bonifica implicava escavazione dei terreni contaminati in diverse celle dei due Lotti e collocamento in Zona A1. Propedeuticamente all'attività di bonifica, è stata eseguita la demolizione delle pavimentazioni stradali e alla messa a giorno del terreno superficiale.

Una volta raggiunta la profondità di escavazione progettuale, al fine di verificare l'effettiva asportazione dei terreni contaminati, sono stati prelevati dei campioni del fondo scavo e delle pareti di ogni singola cella. Nei casi in cui venivano riscontrate evidenze o non conformità è stato eseguito come da progetto un ampliamento dello scavo per asportarle. Se invece i campioni prelevati risultavano entro i limiti per uso industriale, la bonifica della cella si considerava conclusa e veniva data comunicazione al Commissario Delegato.

Per il ritombamento degli scavi sono stati utilizzati i terreni forniti da Syndial in accordo con il protocollo per la gestione del trasferimento dai cumuli di terreno ad uso industriale ai siti di ritombamento in Zona A2 che rientrano nei limiti previsti per l'uso industriale. I terreni forniti da Syndial per l'esecuzione delle operazioni di reinterro, prima del trasferimento ai siti di ritombamento, sono stati sottoposti ad una caratterizzazione analitica al fine di definirne la conformità ai limiti previsti dall'apposito "Protocollo di caratterizzazione del fondo scavo e delle pareti della cella in fase di bonifica delle Zone A2, A3 e A4 e dei materiali di rinterro" (protocollo CD/Prov.SV/ARPAL/Syndial del 28/10/2006, Allegato B) [7].

4.5.1.3 **Descrizione generale delle attività di bonifica dei Lotti 2 e 3 della Zona A2**

Le attività relative al Lotto hanno comportato l'escavazione selettiva dei terreni in 61 celle risultate contaminate nella caratterizzazione del 2001, separando i terreni puliti da quelli contaminati, mentre le attività relative al Lotto 3 hanno comportato l'escavazione selettiva dei terreni in 27 celle.

Per i terreni scavati in entrambi i Lotti il progetto di bonifica prevedeva la collocazione in piazzole di caratterizzazione, o direttamente in Zona A1, secondo le seguenti modalità:

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 105 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- terreni con contaminazione compresa tra le Concentrazioni Limite Ammissibili (CLA) per uso residenziale e quelle per uso industriale, utilizzabili per reinterri, depositati in Zona A2;
- terreni con contaminazione Maggiore della CLA per uso industriale, destinati all'abbancamento in Zona A1.

Durante i lavori di bonifica delle aree non sono stati rinvenuti terreni con contaminazione rientrante nei limiti per uso residenziale.

Gli interventi di asportazione e gestione dei terreni contaminati (attività di scavo) sono stati effettuati nel periodo compreso tra Maggio 2007 e Maggio 2008 per il Lotto 2 e tra Gennaio e Giugno 2008 per il Lotto 3.

Propedeuticamente all'attività di bonifica, è stata eseguita la rimozione o rilocalizzazione delle strutture ancora in uso e la demolizione fino al piano campagna dei restanti edifici/strutture che ancora interferivano con le aree destinate all'esecuzione dei lavori dell'area in oggetto.

Una volta raggiunta la profondità di escavazione progettuale, al fine di verificare l'effettiva asportazione dei terreni contaminati, sono stati prelevati dei campioni del fondo scavo e delle pareti di ogni singola cella. I campioni sono stati sottoposti ad una caratterizzazione analitica al fine di definirne la conformità ai limiti previsti dall'apposito Protocollo concordato con gli Enti [7].

Come già specificato, i terreni con contaminazione maggiore della CLA per uso industriale venivano abbancati in Zona A1. I terreni con concentrazione compresa tra i limiti residenziali e industriali venivano provvisoriamente stoccati in aree di deposito situate in Zona A1 e A2 per un loro successivo riutilizzo. Per finalità di bonifica urgenti, i terreni sono stati talora utilizzati direttamente dalle piazzole di caratterizzazione per le operazioni di rinterro senza transitare dalle aree di deposito.

I volumi complessivamente scavati nel Lotto 2 (scavo + demolizioni) sono stati pari a 175.151 m³, mentre quelli relativi al Lotto 3 sono stati pari a 72.616 m³.

Va specificato che per il ritombamento delle celle scavate, la carenza di terreno utile per il rinterro ha comportato l'utilizzo di materiali non previsti originariamente nel progetto. Previa regolare comunicazione di Syndial nei casi previsti o autorizzazione del Commissario Delegato, sono stati pertanto utilizzati:

- detriti delle demolizioni derivanti dalla bonifica delle celle delle Zone A2 e A3;
- terreni di scotico provenienti dalla Zona A3 e di risulta degli scavi in Zona A2 per la posa dei condotti del nuovo impianto di depurazione;
- materiale inerte di recupero di provenienza esterna allo stabilimento;
- terreno entro i limiti residenziali recuperato dagli scavi selettivi della Zona di Pian Rocchetta.

Tutti questi materiali sono stati caratterizzati per verificarne la conformità ai fini del loro utilizzo.

4.5.1.4 **Descrizione delle fasi di realizzazione degli interventi**

Per tutti i Lotti le attività si sono articolate, in ordine cronologico, nelle seguenti fasi generali:

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 106 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- allestimento cantiere (pulizia delle aree, recinzioni, ecc.);
- picchettamento delle celle da bonificare (delimitazione delle celle 25 m x 25 m da bonificare);
- bonifica da ordigni esplosivi residuati bellici (verifica finalizzata alla ricerca, disinnescamento e rimozione di ordigni bellici);
- demolizione fondazioni edifici e altre demolizioni;
- verifica/rilocazione/dismissione servizi interferenti con la attività di bonifica;
- gestione acque aggettate durante gli scavi (le acque sono state aggettate e inviate all'impianto ITAR di sito per il relativo trattamento);
- bonifica mediante escavazione selettiva dei materiali contaminati;
- deposito materiali in Zona A1 e A2 e loro rintracciabilità. I materiali venivano movimentati tramite autocarri, dotati di cassone coperto, che hanno percorso piste prestabilite all'interno dell'area di cantiere. In uscita dal cantiere sono state predisposte piazzole di lavaggio per gli automezzi;
- verifica del raggiungimento di avvenuta bonifica mediante prelievo e analisi dei campioni di pareti e fondo scavo e rilievi topografici in corso d'opera;
- ritombamento degli scavi (solo dopo l'ottenimento del relativo nulla-osta da parte del Commissario Delegato);
- smaltimento rifiuti prodotti;
- verifiche Enti di controllo durante tutte le fasi del cantiere;
- riprofilatura dell'area;
- monitoraggio ambientale in corso d'opera.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 107 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.5.2 **Bonifica della Zona A2 bis/ITAR**

Il sito di Cengio è dotato dal 1986 di un impianto di trattamento delle acque reflue (ITAR) dedicato al trattamento delle acque emunte dai sistemi di drenaggio, delle acque di stabilimento e delle acque sanitarie dei Comuni limitrofi (si veda paragrafo 4.5.5). L'estensione totale dell'area occupata dall'impianto è pari a circa 34.000 m² e coincide con la cosiddetta Zona A2 bis – ITAR.

Nel Dicembre 2006, Syndial presenta il "Progetto operativo di bonifica della Zona A2 bis – ITAR", elaborato da Snamprogetti. Nel 2007 è stata emessa la rev. 1 di tale progetto.

Il progetto prevedeva l'asportazione dei terreni contaminati, oltre che la demolizione dell'impianto di trattamento acque presente. Tale demolizione non ha riguardato l'edificio "48/A", la struttura muraria dell'impianto "48", il chiarificatore "A506" e la vasca di raccolta acque "A507", questi ultimi riutilizzati nell'ambito del nuovo impianto di trattamento acque consortile.

In particolare, il progetto di cui sopra ha previsto gli interventi nella Zona A2 bis-ITAR in due lotti distinti:

- Lotto A2 bis/1 (1a FASE DI BONIFICA): superficie pressoché coincidente con quella che è stata poi occupata dal nuovo impianto di trattamento acque consortile;
- Lotto A2 bis/2 (2a FASE DI BONIFICA): restante superficie della Zona A2 bis.

L'esecuzione degli interventi in due fasi derivava dall'esigenza di dare luogo quanto prima alla restituzione dell'area, per consentire la realizzazione di un nuovo impianto di trattamento delle acque consortili a servizio dei Comuni limitrofi. Il progetto aveva inizialmente previsto la bonifica di cinque celle distribuite nei due lotti sopra specificati. A corredo delle attività di bonifica, sono stati effettuati i seguenti lavori volti a confinare idraulicamente l'area in esame: esecuzione del setto di separazione delle Zone A1 e A2 e dei pozzi di emungimento delle acque di falda; esecuzione dell'opera di contenimento idraulico in jet-grouting lato monte stabilimento con le opere di drenaggio sub-superficiali associate.

Si sottolinea che nel corso delle attività, le attività di bonifica delle 2 celle identificate con il numero 4 e 5 sono state incluse nelle attività di bonifica del Lotto 3 della Zona A2, previa approvazione del Commissario Delegato (si veda il paragrafo precedente).

Ad oggi tutte le attività previste dal progetto sono state completate: gli interventi per il Lotto A2 bis/1 (1^a FASE DI BONIFICA) sono stati completati nel periodo Marzo - Aprile 2007; gli interventi per il Lotto A2 bis/2 (2^a FASE DI BONIFICA) sono stati effettuati tra Giugno 2011 e Novembre 2011.

La subarea A2 Bis/1 è stata certificata con uno specifico Atto Dirigenziale (Provvedimento n. 2007/4377 del 06/06/2007), con cui l'area è stata svincolata in anteprima in modo tale da poter essere destinata alla realizzazione del sopra citato impianto di trattamento consortile per i reflui urbani dei comuni di Cengio, Millesimo, Roccavignale e Cosseria. Tale subarea, prima occupata d'urgenza dal Commissario, è stata poi acquisita dal Comune di Cengio.

4.5.2.1 **Breve richiamo all'iter di approvazione del progetto**

La Conferenza dei Servizi, tenutasi a Cengio in data 07/03/2007, approvava tale progetto limitatamente al solo lotto A2 bis/1, con prescrizioni. Con provvedimento di autorizzazione n. 39 del 12/03/2007, il

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 108 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Commissario Delegato recepiva quanto espresso nella suddetta Conferenza dei Servizi, autorizzando l'esecuzione dei lavori relativi al lotto 1 intendendo che il progetto dovesse considerarsi approvato come "Progetto con misure di sicurezza".

All'interno del lotto A2 bis/1 erano presenti le 2 celle A6B.S.75.9 e A6.S.99.9 di cui il progetto aveva previsto la bonifica.

Di fatto, nel corso dei lavori di escavazione della cella A6B.S.75.9 si evidenziava la presenza di quantitativi rilevanti di rifiuti di origine industriale. Tenuto conto dell'esigenza di realizzare in tempi brevi l'impianto di trattamento delle acque consortili, veniva deciso di stralciare la bonifica di tale cella dal Lotto A2 bis/1 per ricomprenderla nel successivo intervento di bonifica del lotto A2 bis/2.

A seguito della Conferenza dei servizi del 16.05.2007, con provvedimento n. 85 del 24 Maggio 2007, il Commissario autorizzava l'intero progetto di bonifica con misure di sicurezza modificato della Zona A2 bis, includendo la ripermetrazione del lotto A2 bis/1.

Per completezza, va ulteriormente specificato che con successiva nota del 11/02/2009, lo stesso Commissario precisava di *"aver preso atto a suo tempo della nota tecnica Syndial AS/sm 023/2008 del 16 Gennaio 2008 concernente la ripermetrazione dei lotti di bonifica per cui è da intendersi che (omissis) le celle A4B.8.42.9 ed A6.8.37.9 originariamente ricadenti in parte nella Zona A2bis ed in parte nel lotto 3, ricadono completamente nel lotto 3; la cella A6.B.8.75.9 ricade integralmente nella Zona A2bis/2 (n.d.r. leggasi Lotto A2 bis/2)"*.

I lavori di bonifica con misure di sicurezza del lotto A2 bis/2 hanno quindi riguardato interventi sulle celle A6.B.S.75.9 e A4.B.S.48.9, altresì individuate come Cella 1 e Cella 3.

In conclusione si evidenzia che alcune limitate porzioni delle due celle non sono state scavate a cause del rinvenimento in corso d'opera di alcune strutture. La rimozione di queste non era stata indicata in progetto in quanto la quota di escavazione prevista era tale da non interferire con le stesse strutture.

Di fatto, le lavorazioni eseguite in precedenza nella Zona, tra cui segnatamente la realizzazione del setto di separazione, avevano modificato la morfologia locale dando luogo ad un abbassamento della quota di piano di campagna presa a riferimento dal progetto.

Inoltre il rinvenimento di evidenze di contaminazione nelle celle, avendo determinato l'approfondimento degli scavi, ha di fatto comportato una profondità finale di escavazione maggiore rispetto a quella prevista dal progetto.

Si è quindi raggiunta una quota di scavo alla quale erano presenti strutture la cui rimozione e/o rilocazione non era possibile, come verrà successivamente specificato, e pertanto l'escavazione si è dovuta necessariamente limitare per non interferire con le strutture e mantenere lo scavo in condizioni di sicurezza, in analogia con quanto già effettuato nel Sito di Cengio in altre aree.

Le attività di bonifica (1° e 2° fase) hanno previsto l'asportazione dei terreni contaminati all'interno delle celle identificate come Cella n. 1, 2 e 3. I terreni scavati sono stati conferiti in Zona A1.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 109 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.5.2.2 **Descrizione delle fasi di realizzazione degli interventi**

Le attività si sono articolate, in ordine cronologico, nelle seguenti fasi generali:

- allestimento cantiere (pulizia delle aree, recinzioni, ecc.);
- picchettamento delle celle da bonificare (delimitazione delle celle da bonificare);
- demolizione fondazioni e verifica/rilocazione/dismissione servizi interferenti con la attività di bonifica;
- gestione acque aggettate durante gli scavi (le acque sono state aggettate e inviate all'impianto ITAR di sito per il relativo trattamento);
- bonifica mediante escavazione selettiva dei materiali contaminati e invio in Zona A1;
- verifica del raggiungimento di avvenuta bonifica mediante prelievo e analisi dei campioni di pareti e fondo scavo e rilievi topografici in corso d'opera secondo lo specifico protocollo definito con gli Enti (protocollo CD/Prov.SV/ARPAL/Syndial del 28/10/2006, Allegato B);
- ritombamento degli scavi (solo dopo l'ottenimento del relativo nulla-osta da parte del Commissario Delegato);
- smaltimento rifiuti prodotti;
- verifiche Enti di controllo durante tutte le fasi del cantiere;
- riprofilature e monitoraggio ambientale in corso d'opera.

4.5.3 **Bonifica delle aree golenali - Zona A3 e Aree Pubbliche**

Le aree golenali sono ubicate sulla destra idrografica del fiume Bormida, tra la sponda destra dell'alveo di magra del fiume e le opere arginali di contenimento delle piene del fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne dello Stabilimento di Cengio realizzate negli anni 2003-2005 ("opere arginali di stabilimento" descritte al precedente paragrafo 4.3). Tali aree, ricadenti nel Comune di Cengio, risultano in parte di proprietà Syndial ed in parte sono di proprietà pubblica.

Le aree golenali comprendono sia la Zona A3, introdotta nell'Accordo di Programma del 2000, sia le aree pubbliche. Prima della bonifica (oggi ultimata) tali aree erano state delimitate come di seguito (si veda la Figura 4-27 seguente):

- Zona A3: aree comprese tra le opere arginali di stabilimento ed il più esterno tra il limite di proprietà Syndial e le barriere golenali (circa 86.000 m², di cui circa 66.000 m² di proprietà Syndial e 20.000 m² pubblici);
- Aree Pubbliche: rimanente area esterna alla Zona A3 fino alla sponda destra dell'alveo di magra del fiume (circa 40.000 m²).

All'interno delle aree, prima della bonifica, erano presenti il diaframma plastico e il presidio di drenaggio delle acque interne, completati nel 1992.

Le aree golenali non sono mai state interessate da attività produttive; esse sono state oggetto nel passato di abbancamenti di materiali di risulta, blocchi di calcestruzzo e residui industriali. Gli

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 110 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

abbancamenti più consistenti si trovavano in due aree, denominate “Collinetta ovest ” e “Collinetta sud” (Figura 4-4)¹⁰. L'area golenale è stata suddivisa convenzionalmente in sub-aree: procedendo dall'estremità est lungo il fiume, si trova la Zona E, la Zona Collinetta sud, la pista di collegamento tra le Zone Collinetta sud e ovest, la Zona Collinetta ovest e la Zona Basso Piave.

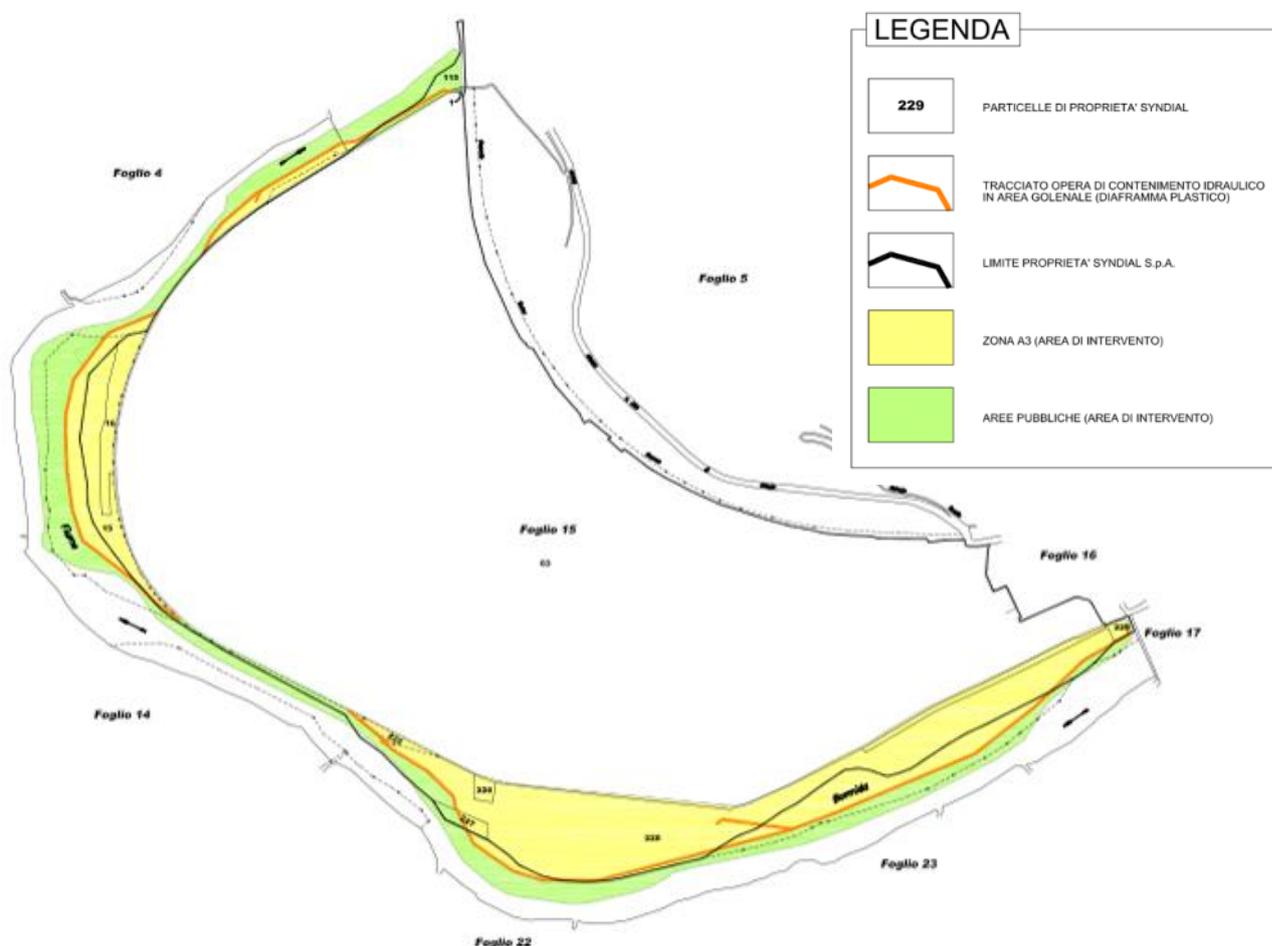


Figura 4-27: Estratto da planimetria catastale dello stabilimento di Cengio con ubicazione delle aree di intervento per la bonifica delle aree Golenali (tratto da Progetto Esecutivo di Bonifica delle Aree Golenali - Zona A3 e Aree Pubbliche – Rel SPC. 03-BE-E-95270 Tav. 03-BL-A—95281 – Snamprogetti)

¹⁰ Si ricorda che la Messa In Sicurezza di Emergenza delle due “Collinette”, consistita nella completa asportazione delle stesse e deposito dei materiali scavati all'interno della Zona A1 (Zona Basso Piave) per una volumetria di materiali di circa 110.000 m³, era stata eseguita conformemente al progetto approvato tra l'autunno 2003 e la primavera 2004 (rif. par. 4.2)

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 111 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Il progetto approvato prevedeva che la bonifica avvenisse:

- in Zona A3, mediante l'asportazione di "tutti i terreni contaminati fino al raggiungimento delle CLA definite dal D.M. 471/99 per aree con destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale". Le profondità di scavo sono state definite sulla base di celle 25 x 25 m, ognuna facente capo ad un sondaggio di caratterizzazione;
- nelle Aree pubbliche, mediante l'asportazione di "tutti i terreni ricadenti nelle aree pubbliche fino al raggiungimento del substrato marnoso integro" (= litoide, come riportato nella relazione della Direzione Lavori). Si specifica che le aree pubbliche non sono state suddivise in celle di asportazione.

Nonostante il progetto esecutivo di bonifica prevedesse in Zona A3 la possibilità di rimuovere unicamente i terreni di riporto senza raggiungere il substrato marnoso (previa verifica della conformità del fondo e delle pareti dello scavo con gli obiettivi di bonifica), in fase di esecuzione la bonifica di ciascuna cella è avvenuta tramite asportazione della totalità dei terreni di riporto/alluvioni, fino al raggiungimento del substrato marnoso, in analogia con quanto effettuato per le aree pubbliche.

Il progetto prevedeva inoltre la sistemazione finale delle aree bonificate tramite la realizzazione di una berma a protezione delle opere arginali di stabilimento, di un argine sormontabile per lo smaltimento della portata dominante del Bormida entro l'alveo e la riprofilatura delle aree.

I lavori di bonifica delle aree golenali sono iniziati nel 2008 e sono stati completati nel 2011. Allo stato attuale è in corso l'iter di certificazione della bonifica. Al termine delle operazioni di bonifica è stata inoltre installata la nuova rete di monitoraggio post-operam secondo il protocollo approvato di monitoraggio post-operam dell'intero sito di Cengio ([5] – Allegato 5i).

4.5.3.1 **Breve richiamo all'iter di approvazione del progetto**

Tra il 2000 e il 2002, la Società ha elaborato e trasmesso al Ministero dell'Ambiente e al Commissario Delegato una serie di progetti inerenti la messa in sicurezza d'emergenza delle Collinette presenti nelle Aree Golenali, ovvero dei materiali di riporto abbancati superficialmente su tali aree, mentre la bonifica vera e propria delle collinette dei terreni contaminati presenti al di sotto delle collinette ed in generale nella Zona A3 (parte privata) era prevista nel Progetto Preliminare del 2002.

Gli interventi progettati e poi realizzati sulla Zona A3 hanno interessato separatamente i volumi di rifiuti depositati in cumuli ("Collinette") e i terreni presenti al di sotto delle "Collinette". In particolare, il progetto distingueva due fasi d'intervento per la Zona A3, consistenti in:

- Messa in sicurezza d'emergenza delle collinette: asportazione dei rifiuti formanti le "collinette", deposito del materiale in area Basso Piave (Zona A1) e riprofilatura provvisoria dell'area al fine di consentire la realizzazione dei lavori relativi all'opera di contenimento arginale;
- Bonifica Aree Golenali: asportazione di tutti i volumi contaminati presenti nella Zona golenale e sistemazione finale dell'area.

Il parere conclusivo favorevole alla messa in sicurezza d'emergenza delle Collinette fu espresso nella Conferenza di Servizi del 03/12/2002. Il 20/12/2002 il Commissario Delegato autorizzò il progetto ed il deposito preliminare dei terreni e dei rifiuti contaminati (collinette) in area Basso Piave (Zona A1).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 112 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Il 25/03/2003 furono avviati i lavori di realizzazione del deposito preliminare in area Basso Piave che si conclusero il successivo 7/06/2003. L'1/07/2003 il Commissario Delegato rilasciò l'autorizzazione allo stoccaggio e alla caratterizzazione dei terreni depositati a seguito del quale, il 9/08/2003, la Società diede inizio ai lavori di asportazione delle collinette che terminarono il 16/01/2004 (compresa riprofilatura dell'area); i lavori di copertura dei rifiuti sistemati nel deposito preliminare in area Basso Piave terminarono, invece, il successivo 25/05/2004.

Il "Progetto definitivo di bonifica della Zona A3" è stato approvato dalla Conferenza dei Servizi decisoria del 20/12/2006. Conseguentemente, con provvedimento n. 235 del 28/12/2006, il Commissario Delegato ha autorizzato con prescrizioni tale progetto (poi recepite nel progetto esecutivo del 12/02/2008).

Il 17/12/2007 con provvedimento n. 236 del 17/12/2007 il Commissario Delegato dispose che la Società elaborasse un progetto di bonifica e di sistemazione idraulica complessiva del Fiume Bormida che tenesse conto, oltre che delle aree private, anche delle aree pubbliche, e che provvedesse a proprie spese all'esecuzione delle opere e degli interventi relativi alle suddetta aree (pubbliche e private).

In ottemperanza al suddetto provvedimento, la Società inviò allo stesso Commissario, il 12/02/2008 il "Progetto esecutivo di bonifica della Zona A3 Aree Golenali. Zona A3 e Aree Pubbliche" ([5] – Allegato 5n) autorizzato dal Commissario Delegato con provvedimento n. 58 il 10/04/2008; il provvedimento integrava e sostituiva quelli del 28/12/2006, n. 235 e del 17/12/2006, n. 236 riguardanti le aree private. Si precisa che tale elaborato è stato redatto sulla base del documento predisposto dal Centro di Competenza Idrologica e Idrogeologica della Provincia di Savona l'8/11/2007, denominato "Valutazioni tecniche-idrauliche sulla riprofilatura da effettuarsi in Zona A3 a seguito della realizzazione dei lavori di bonifica".

4.5.3.2 Descrizione delle fasi di realizzazione degli interventi

Gli interventi effettuati per la bonifica dell'area golenale sono definiti nel "Progetto esecutivo di bonifica della Zona A3 Aree Golenali. Zona A3 e Aree Pubbliche" del Febbraio 2008 ([5] Allegato 5n), approvato con la Conferenza di Servizi del 12/03/2008 e autorizzato dal Commissario Delegato con provvedimento n. 58 il 10/04/2008.

Alla data di inizio delle attività di bonifica, le aree golenali erano già state oggetto di una serie di interventi che ne hanno modificato l'assetto iniziale, quali:

- la realizzazione dei presidi atti ad interrompere il flusso di falda dallo stabilimento verso l'alveo limitrofo (diaframma plastico e trincee drenanti completati all'inizio degli anni '90);
- la attività di messa in sicurezza di emergenza delle collinette (completate nel 2004, di cui al precedente paragrafo);
- i lavori per la realizzazione delle opere arginali di contenimento delle piene del fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne (completati nel 2005, di cui al paragrafo 4.3);
- il rifacimento dello scarico Parshall (scatolare in c.a. di dimensioni 100 x 100 cm);
- scotico superficiale in Zona E (in Zona A3), al fine del reperimento di materiali con caratteristiche conformi per i reinterri in Zona A2.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 113 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

In conformità al progetto, sono state effettuate le seguenti attività:

- la bonifica mediante l'asportazione di tutti i terreni contaminati presenti in Zona A3 e di quelli ricadenti nelle aree pubbliche fino al substrato marnoso integro;
- l'asportazione delle barriere golenali e delle opere di drenaggio poste a tergo delle stesse barriere, previa dismissione del sistema di emungimento delle acque sotterranee contaminate (pozzi a servizio delle opere di drenaggio);
- la completa asportazione dei collettori di raccolta delle acque sotterranee contaminate a servizio delle opere di drenaggio golenali e di tutte le utilities interferenti con le attività di bonifica;
- la restituzione finale dell'area sulla base di uno specifico studio idraulico asseverato dall'autorità competente alla vigilanza idraulica sulla base delle indicazioni fornite dalle "Valutazioni tecniche — idrauliche sulla riprofilatura da effettuarsi in Zona A3 a seguito della realizzazione dei lavori di bonifica" trasmesse dal Commissario Delegato; in particolare, oltre alla scogliera di protezione delle opere arginali di stabilimento, è stata realizzata un'opera longitudinale costituita da argini sormontabili sulla traccia del preesistente diaframma plastico golenale, dimensionata dal punto di vista idraulico per contenere la portata dominante del corso d'acqua entro l'alveo, mentre, per portate maggiori, l'opera è sormontabile e le piene potranno quindi interessare anche le aree golenali adiacenti.

Le attività di scavo sono state effettuate tenendo conto delle interferenze con i numerosi manufatti che la attraversavano (pozzi di emungimento delle trincee drenanti, tubazioni di mandata all'impianto, collettori fognari comunali e di stabilimento, metanodotto civile e di stabilimento, linee di alta tensione, opere di presa e una briglia sul Fiume Bormida).

I lavori sono stati suddivisi in fasi per permettere una corretta gestione degli spazi e dei materiali e per mantenere costantemente un presidio di protezione del cantiere rispetto al regime del fiume.

Anche il sistema di emungimento delle acque interne è stato generalmente preservato per tutta la durata delle operazioni di scavo. In ogni caso, durante le operazioni di scavo, è stata garantita la presenza di ulteriori opere provvisorie di emungimento delle acque.

La demolizione della barriera golenale è stata effettuata nella fase finale degli interventi (fase 3), successivamente alla realizzazione del nucleo dell'argine golenale sormontabile.

Le operazioni di scavo per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica sono state eseguite tramite escavatori a braccio rovescio da 30/40 ton con benna liscia e a denti. La scarifica della porzione superficiale alterata dell'ammasso marnoso è stata condotta sempre tramite escavatore a braccio rovescio, su cui è stata montata una benna con denti, in grado rimuovere porzioni di roccia.

A conferma dell'efficienza con cui è stata condotta la rimozione degli orizzonti superficiali alterati, dell'effettivo raggiungimento dell'ammasso marnoso integro e a testimonianza dell'elevato valore di resistenza dello stesso, al termine delle operazioni di bonifica, per eseguire gli scavi per le opere accessorie (cassonetto per la fondazione della berma di protezione spondale, scavi per posa in opera di condotte quali il metanodotto, vasche di raccolta acqua, ecc.) è stato necessario utilizzare un martello demolitore idraulico con punta a scalpello montato sul braccio dell'escavatore.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 114 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Tutti i terreni scavati sono stati sottoposti a caratterizzazione per la definizione della qualità e per stabilire il loro possibile riutilizzo all'interno del sito.

Il trasporto è stato eseguito tramite mezzi a cassone ribaltabile autorizzati al trasporto rifiuti, con cassone a tenuta, coperti per evitare la dispersione delle polveri. I mezzi sono stato sottoposti al lavaggio delle ruote e del sottoscocca nelle apposite piazzole automatizzate predisposte all'interno dello Stabilimento all'ingresso e all'uscita dalle aree golenali e dall'area A1 di deposito. La viabilità di cantiere è stata regolata su piste definite all'interno dell'area, all'interno dello stabilimento stesso e fino alle aree di abbancamento in Zona A1.

I materiali scavati durante le operazioni di bonifica, non utilizzabili per la riprofilatura delle aree golenali e per il rinterro della Zona A2, sono stati stoccati secondo le modalità indicate nel progetto esecutivo per i singoli depositi in Zona A1.

4.5.3.3 **Verifica del raggiungimento degli obiettivi di bonifica e sistemazione finale dell'area**

La verifica del raggiungimento degli obiettivi di bonifica è avvenuta tramite l'applicazione del già citato "Protocollo di caratterizzazione del fondo scavo e delle pareti della cella in fase di bonifica delle Zone A2, A3 e A4 e dei materiali di rinterro" [7].

La verifica della bonifica di ciascuna cella in area A3 e nelle aree pubbliche è avvenuta tramite attestazione congiunta della rimozione di tutti i terreni sovrastanti il substrato marnoso, della rimozione dell'orizzonte di marna alterata e del raggiungimento dello strato di marna integra tramite la redazione di verbali controfirmati dai responsabili di riferimento per la società appaltatrice (Saipem) la società appaltante (Syndial) e gli Enti di riferimento (Provincia di Savona e ARPAL).

Una volta asportati i terreni contaminati e verificato il raggiungimento degli obiettivi di bonifica, è stata eseguita la riprofilatura dell'area, minimizzando le volumetrie dei terreni di riporto e garantendo la funzionalità fluviale, secondo il progetto approvato.

La riprofilatura è avvenuta tramite l'utilizzo di terreno di scavo, risultato idoneo in base alla caratterizzazione (rispetto delle CLA dei terreni ad uso verde pubblico e residenziale), ed eventualmente di materiale proveniente da cava esterna. La posa in opera del materiale è avvenuta per strati, utilizzando mezzi idonei alla costipazione e conformando il profilo morfologico in modo tale da non creare impedimenti alla circolazione delle acque.

Sempre conformemente al progetto, sono stati realizzati:

- un'opera spondale di difesa dall'azione di erosione e scalzamento del fiume, costituita da una berma di terreno protetta da una scogliera in massi naturali di dimensioni idonee;
- argini golenali "sormontabili", rivestiti esternamente con pietrame di adeguata pezzatura, avente lo scopo di delimitare una porzione d'alveo in grado di contenere il deflusso della portata "dominante" per il corso d'acqua, caratterizzata da un tempo di ritorno di circa tre anni;
- il prolungamento della briglia in calcestruzzo a valle di Ponte Donegani, fino al piede della scarpata esterna dell'argine golenale.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 115 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Le opere di sistemazione fluviale sono state realizzate in conformità con gli esiti del rapporto relativo alla modellazione idraulica effettuata al fine di verificare, secondo quanto richiesto dall'ufficio Commissariale, il profilo di sistemazione finale dell'area e fissare le quote di sommità dell'argine golenale, e riportato nel documento Snamprogetti: "Progetto esecutivo di bonifica delle aree golenali — Fiume Bormida di Millesimo, Studio idraulico per la riprofilatura delle aree di bonifica" — SPC. 03-BE-E-95296, Rev. 0. [8]

In aggiunta al riscontro in campo dell'effettiva rimozione di tutti i terreni sovrastanti il substrato marnoso e dell'effettivo raggiungimento dello strato di marna integra, al termine delle operazioni di riempimento e riprofilatura delle aree golenali nel periodo sono state effettuate ulteriori attività campionamento ed analisi, al fine di ottenere ulteriori garanzie sull'intervento eseguito ed in vista della certificazione della bonifica. In particolare, sono stati eseguiti, 83 carotaggi (53 nel 2010 e 30 nel 2015) con prelievo ed analisi di campioni all'interno del nuovo materiale di riporto, spinti fino al contatto riporto / marna per la caratterizzazione dei volumi bonificati a fine lavori. Tali attività sono state predisposte da Syndial in accordo con il protocollo analitico in essere. Le concentrazioni rilevate hanno evidenziato l'assenza di contaminazione a carico dei terreni di riporto: in tutti i campioni e per tutti composti analizzati, compresi anche i campioni prelevati nell'ultimo metro di riporto a contatto con il substrato marnoso, le concentrazioni sono risultate, infatti, inferiori ai limiti stabiliti dal DM 471/99 per la destinazione d'uso verde e residenziale, mostrando, per buona parte dei campioni, concentrazioni al di sotto del limite di rilevabilità analitica.

Un evento di piena del fiume (4-6 novembre 2011) ha causato il parziale cedimento di 2 argini sormontabili, che erano stati per l'appunto realizzati nell'ambito dell'intervento di bonifica della Zona A3, in recepimento di quanto disposto dal Commissario Delegato (Provvedimenti n. 236 del 10/04/2007 e n. 58 del 17/12/2008). E' prevista la realizzazione di un intervento di ripristino di tali argini e per il quale al momento è in corso la progettazione esecutiva ([5] – Allegato 5i e par. 4.7.2).

La conclusione dell'iter di certificazione della bonifica della Zona A3 è infatti vincolata anche al ripristino della piena funzionalità degli argini, quali opere di protezione spondale del fiume.

4.5.4 **Bonifica dei terreni della Zona A4**

Nella Zona di Pian Rocchetta (Zona A4), ubicata in un'ansa in destra idrografica del fiume Bormida ad un chilometro ad ovest dell'insediamento industriale, i risultati delle caratterizzazioni mostravano la presenza di rifiuti che, nel loro insieme, presentavano uno spessore variabile tra 0,4 m e 6,8 m e occupavano un'area di circa 3,8 ettari, di cui 3,3 di proprietà dello Stabilimento. I terreni contaminati invece occupavano un'area di circa 4,9 ettari, di cui 4,5 di competenza dello Stabilimento (comprensivi di alcune porzioni di celle di proprietà pubblica). Le acque sotterranee presentavano una generale compromissione, dovuta alla presenza dei rifiuti e dei terreni contaminanti. La falda superficiale dell'area risultava, dalle indagini condotte, caratterizzata da una modesta circolazione idrica correlata esclusivamente ad eventi meteorici.

Nel Progetto Preliminare di Bonifica del sito si proponeva, per la Zona A4, la bonifica dei terreni delle aree private tramite costruzione di un rilevato arginale provvisorio di protezione del Fiume Bormida e quindi asportazione dei rifiuti, da abbancare in Zona A1, e successiva restituzione a verde dell'area.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 116 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

I lavori sono iniziati nel mese di Marzo 2006 e si sono conclusi nel Maggio 2008. Complessivamente sono stati asportati 343.708 m³ tra rifiuti e terreni. I rifiuti e terreni contaminati sono stati collocati in Zona A1 per la successiva messa in sicurezza permanente, mentre i terreni risultati rientranti entro i limiti per uso industriale sono stati utilizzati per rinterri nella bonifica con misure di sicurezza della Zona A2. Al termine delle asportazioni, le verifiche del fondo scavo per la certificazione dell'avvenuta bonifica sono state condotte con ARPAL e ARPAP.

Durante l'asportazione dei materiali contaminati (rifiuti e terreni) è stato necessario aggotare le acque di falda e/o di origine meteorica che si accumulavano negli scavi. Tutte le acque sono state inviate all'impianto di trattamento delle acque reflue di stabilimento (ITAR) tramite una condotta appositamente realizzata.

Allo scopo di verificare l'eventuale influenza dei lavori eseguiti sulla qualità del fiume è stato effettuato un controllo, con frequenza quindicinale, prelevando un campione di acqua a monte e a valle della Zona di intervento. In nessuno dei campioni prelevati a valle si è riscontrato un incremento dei valori di monte, a conferma che le operazioni sono state condotte con la massima salvaguardia della qualità del fiume.

4.5.4.1 Breve richiamo all'iter di approvazione del progetto

Il Progetto Preliminare di Bonifica del Sito fu approvato con prescrizioni nel corso della Conferenza di Servizi del 28/02/2003. Con riferimento alla Zona di Pian Rocchetta, fu richiesta alla Società una caratterizzazione integrativa dell'area ancora non investigata al confine di proprietà, e la ridefinizione dell'estensione del fronte di scavo in funzione dei risultati di tale indagine.

In ottemperanza a tali richieste, nel 2004 fu effettuata una caratterizzazione integrativa che fu approvata con prescrizioni nella Conferenza di Servizi del 18/11/2005. Le prescrizioni riguardavano essenzialmente i risultati analitici oltre alla richiesta di rideterminare i volumi di materiale contaminato ai fini dell'elaborazione del suddetto progetto. Per tal motivo, la Società condusse un'ulteriore campagna di indagini integrative con ricerca di alcuni parametri specifici. Nella Conferenza di Servizi fu richiesta la presentazione del progetto definitivo di bonifica della Zona A4.

Nel frattempo, a seguito della richiesta del Commissario Delegato di una misura di messa in sicurezza di emergenza per la protezione del fronte erosivo dell'area di Pian Rocchetta lungo tutta la sponda del promontorio, nel Marzo 2004 la Società trasmise allo stesso il documento "Zona A4 - Pian Rocchetta Difesa Spondale in massi Tratto in erosione Fiume Bormida", e il 16/03/2004 la successiva revisione a seguito del sopralluogo effettuato in sito.

Il "Progetto definitivo di bonifica dell'area di Pian Rocchetta" fu approvato dalla Conferenza di Servizi del 30/01/2006. Il successivo 09/03/2006, lo stesso Commissario autorizzò con prescrizioni l'esecuzione dei lavori. Le prescrizioni, relative a particolari modalità tecniche di esecuzione dei lavori, venivano pertanto recepite nel Progetto esecutivo. Il progetto riguardava la bonifica delle subaree di proprietà privata.

Per le subaree di proprietà pubblica, nel Maggio 2007, le Province di Savona e di Cuneo trasmettevano i relativi progetti definitivi di bonifica, approvati nella Conferenza di Servizi del 06/06/2007. Con provvedimento n. 105 del 21/06/2007 il Commissario Delegato approvava tali progetti e con successivo provvedimento autorizzativo n. 106 del 21/06/2007 ordinava alla Società di occuparsi dell'esecuzione

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 117 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

dell'intervento; Syndial, con alcune riserve a precisazioni, peraltro non riguardanti i lavori, accoglieva tale richiesta con nota del proprio Presidente in data 22/06/2007.

I progetti esecutivi, relativi ai vari interventi previsti per l'area di Pian Rocchetta sono stati elaborati da Snamprogetti per conto di Syndial e sono così identificabili:

- Bonifica della Zona A4 Pian Rocchetta:
 - Progetto Esecutivo Opere Provvisorie ed Accessorie "Realizzazione Opera Arginale (SPC. 04FBE-E- 94090);
 - Ripristino Viabilità tra Zona A1 e Zona A4 (SPC. 04BE-E-94073);
 - Consolidamento Parete Rocciosa (SPC. 04-BE-E-94042);
 - Demolizione Edifici Civili (SPC. 04-BE-E-94145);
- Bonifica della Zona A4 Pian Rocchetta - Progetto Esecutivo Asportazione Rifiuti (SPC.04-BE-E-94250);
- Bonifica della Zona A4 Pian Rocchetta - Progetto Esecutivo Asportazione Terreni contaminati, opera arginale e completamento bonifica (SPC.04-BE-E-94311);

La documentazione progettuale di cui sopra, con specifico riferimento agli interventi di bonifica e dei relativi obiettivi, ha sostanzialmente recepito le prescrizioni del provvedimento autorizzativo e risulta inoltre integrata con altri documenti, elaborati durante e al termine dell'esecuzione dei lavori.

4.5.4.2 **Descrizione generale delle attività di bonifica della Zona A4**

La bonifica prevedeva l'asportazione dei rifiuti e l'escavazione selettiva dei terreni distribuiti su un totale di 100 celle (aree private) e 6 celle (aree pubbliche - 2 in territorio ligure e 4 in quello piemontese) risultate contaminate, separando:

- materiali assimilabili a rifiuti;
- terreni contaminati, con suddivisione in due categorie:
 - terreni con contaminazione compresa tra le Concentrazioni Limite Ammissibili (CLA) per uso residenziale e quelle per uso industriale, utilizzabili per reinterri in Zona A2;
 - terreni con contaminazione Maggiore della CLA per uso industriale, destinati all'abbancamento in Zona A1;
- terreni non contaminati (valori parametri inquinanti minori CLA (per uso residenziale), utilizzabili per reinterri in Zona A4 o, in caso di necessità, nelle altre zone del sito.

Prima dell'intervento di asportazione è stato realizzato un rilevato arginale provvisorio ai fini di proteggere il Fiume Bormida da eventuali impatti derivanti dalle operazioni di scavo, costituita un rilevato stradale quale argine provvisorio, un diaframma plastico ricavato internamente al rilevato e un impianto well point per l'agottamento delle acque interne.

L'intervento di asportazione dei materiali è stato quindi eseguito per fasi, ossia:

- escavazione dei rifiuti e dei terreni all'interno dell'area perimetrata dal rilevato arginale;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 118 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- rimozione dei materiali contaminati presenti all'interno dell'ansa del fiume ("isolotto"), da eseguirsi in occasione di un regime di secca del fiume stesso;
- rimozione finale del rilevato arginale ed escavazione dei materiali posti sotto la quota d'imposta dello stesso rilevato e situati in area interna al confine di proprietà Syndial.

Una volta raggiunta la profondità di escavazione progettuale, al fine di verificare l'effettiva asportazione dei terreni contaminati, è stato previsto il prelievo dei campioni del fondo scavo e delle pareti di ogni singola cella, rappresentativi di ogni singola maglia 25 m x 25m (come somma di campioni prelevati da singoli conci di 5m x 5m) in accordo con il protocollo di caratterizzazione del fondo scavo approvato [7].

Successivamente al prelevamento, i campioni sono stati sottoposti a determinazioni analitiche identificate nei protocolli approvati, integrati con analisi sui PCDD, PCDF e PCB in ossequio alle prescrizioni del Commissario Delegato contenute nell'atto dell'approvazione del progetto preliminare.

Se i campioni risultavano entro i limiti stabiliti dal DM 471/99, la bonifica della cella si considerava conclusa e ne veniva data comunicazione al Commissario Delegato. In caso di superamento dei valori limite di cui sopra nei campioni del fondo scavo e/o delle pareti, lo scavo relativo veniva approfondito di 50 cm, procedendo ad un nuovo campionamento, e così via fine ad ottenere dati conformi ai limiti.

I rifiuti e i terreni con contaminazione maggiore della CLA per uso industriale sono stati abbancati in Zona A1, mentre i terreni con concentrazione compresa tra i limiti residenziali e industriali sono stati stoccati in aree di deposito situate in Zone A1 e A2. In particolare, le aree destinate ad accogliere i materiali prevenienti dalle attività di bonifica erano così individuate:

- Bacini C, F (Zona A1) - Depositi utilizzati prevalentemente per rifiuti e terreni contaminati con concentrazione maggiore CLA per uso industriale, provenienti dalle opere provvisorie ed accessorie;
- Bacini A, B, D, G, H, N, 147 (Zona A1) - ricezione di rifiuti e terreni contaminati con contaminazione maggiore CLA per uso industriale, provenienti dalle operazioni di bonifica vera e propria;
- Cumuli C1-C5 (situati in Zona A1 e A2) - ricezione di terreni con contaminazione maggiore CLA per uso residenziale e minore CLA uso industriale, provenienti dalle opere provvisorie ed accessorie o dalle operazioni di bonifica vera e propria.

Al termine delle operazioni di bonifica è stata effettuata la riprofilatura dell'area utilizzando il terreno rimasto in sito e i terreni, con caratteristiche entro i limiti delle CLA per uso residenziale, risultanti dall'escavazione selettiva, e senza ricorrere ad apporti di terreni esterni alla Zona. Va specificato che la riprofilatura dell'area, comprensiva del posizionamento dei piezometri di monitoraggio post operam, prevista nel progetto esecutivo relativo all'asportazione dei terreni, è stata successivamente modificata secondo il nuovo progetto (SPC. 04-BD-E-95332 Ottobre 2007), che ha tenuto conto della situazione effettiva dell'area verificatasi al termine degli scavi eseguiti. Per tale progetto, il Commissario Delegato ha rilasciato il nulla osta in data 19/02/2008 e successivo chiarimento del 13/10/2008.

Contestualmente all'asportazione dei terreni contaminati perimetrali dell'opera arginale, è stata prevista la bonifica della falda attraverso l'invio delle acque emunte all'impianto di trattamento acque reflue dello stabilimento (ITAR).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 119 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

In conclusione dei lavori di bonifica, il progetto ha previsto l'esecuzione di 7 sondaggi a carotaggio continuo, successivamente attrezzati a piezometro, posti secondo linee parallele alle direttrici di flusso delle acque sotterranee, con l'obiettivo di verificare nel tempo la loro qualità. Tali piezometri sono stati previsti per il monitoraggio post-operam che comporta il controllo periodico sia dei livelli piezometrici sia della qualità delle acque eventualmente presenti.

La bonifica della Zona A4 è stata certificata con Atto Dirigenziale della Provincia di Savona n. 2010/9498 del 23/12/2010 per il settore di competenza della Regione Liguria e con Atto Dirigenziale della Provincia di Cuneo n. 141 del 15/03/2012 per il settore di competenza della Regione Piemonte ([5] Allegato 5g e [5] Allegato 5h).

4.5.4.3 **Descrizione delle fasi di realizzazione degli interventi**

Le attività descritte nella presente sezione, relative agli interventi di bonifica vera e propria e realizzate sulla base delle prescrizioni progettuali e contrattuali, si sono articolate nelle seguenti fasi:

- picchettamento e delimitazione celle;
- bonifica mediante escavazione selettiva dei rifiuti interni all'argine;
- allestimento area stoccaggio materiali in zone A4;
- gestione acque aggettate durante gli scavi (le acque sono state aggettate e inviate all'impianto ITAR di sito per il relativo trattamento);
- escavazione selettiva terreni interni all'opera arginale;
- asportazione sedimenti contaminati in alveo prospicienti l'area ("isolotto");
- asportazione opera arginale;
- deposito materiali in Zona A1. I materiali venivano movimentati tramite autocarri, dotati di cassone coperto, che hanno percorso piste prestabilite all'interno dell'area di cantiere. In uscita dal cantiere sono state predisposte piazzole di lavaggio per gli automezzi;
- rilievi topografici in corso d'opera e verifica del raggiungimento degli obiettivi di bonifica;
- verifiche Enti di controllo durante tutte le fasi del cantiere;
- riprofilatura dell'area e realizzazione piezometri;
- monitoraggio ambientale in corso d'opera.

Nel corso della realizzazione degli interventi di bonifica, sono state inoltre eseguite numerose attività accessorie, quali:

- demolizione edifici civili;
- ripristino viabilità tra Zona A1 e Zona A4 e collegamenti idrici;
- consolidamento della parete rocciosa;
- realizzazione Opera arginale in Zona A4;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 120 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- bacini C ed F (in Zona A1).

4.5.5 **Impianto di Trattamento Acque Reflue (ITAR)**

Presso lo stabilimento Syndial è attivo un Impianto di trattamento acque con recapito degli effluenti trattati nel fiume Bormida. Tale impianto, originariamente costruito nel 1986, tratta tutte le acque reflue del sito (essenzialmente le acque sotterranee contaminate) unitamente alle acque reflue urbane dei Comuni di Cengio, Millesimo, Roccavignale e parzialmente di Cosseria.

Inizialmente autorizzato al trattamento delle acque sotterranee contaminate in regime di art. 27 e 28 D.Lgs. 22/1997 prima, e artt. 208 e 210 D.Lgs. 152/2006, poi, a seguito della nota del Ministero dell'Ambiente Prot. 0014464 del 28/07/2016 e in virtù della presenza di un sistema stabile di collettamento che collega senza soluzione di continuità il punto di prelievo delle acque emunte con il punto di immissione delle stesse dopo trattamento depurativo, ha recentemente ottenuto l'Autorizzazione Unica Ambientale, decreto AUA n. 3/2017 del 31/07/2017 dal Comune di Millesimo.

La nuova AUA comprende lo scarico acque reflue in corpo idrico superficiale (con punto di scarico finale in Fiume Bormida S1 avente portata media di 131,7 m³/h) ai sensi dell'art. 124 D.Lgs. 152/2006 e Legge Regionale 43/1995, le emissioni in atmosfera (emissioni convogliate discontinue da sfiato filtro a maniche silo calce idrata, punto E2/46, e da sfiato filtro a maniche silo carbone attivo, punto E9/46) ai sensi dell'art. 269 D.Lgs. 152/2006.

Le principali componenti dell'impianto trattamento acque reflue sono:

- sezione di trattamento biologico e carboni attivi;
- sezione a resine per l'eliminazione del colore (ITACA);
- sezione Fenton.

Presso il sito è inoltre esistente il nuovo depuratore da asservire al trattamento dei reflui civili urbani dei comuni di Cengio, Millesimo, Roccavignale e Cosseria, al momento non ancora avviato. In futuro, dopo una fase di collaudo durante la quale i reflui in uscita dal nuovo depuratore civile saranno comunque inviati all'impianto ITAR, esso sarà dotato di un proprio scarico e lo scarico di Syndial immetterà nel fiume unicamente le acque provenienti dai sistemi di bonifica e messa in sicurezza del sito.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 121 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.6 Conferimento dei materiali in Zona A1

Nel corso delle operazioni di bonifica delle aree del sito di Cengio e del conferimento controllato dei materiali escavati provenienti dalla bonifica delle aree del sito sono state pianificate e rispettate tutte le procedure gestionali atte a salvaguardare l'ambiente e la salute umana, in osservanza alle prescrizioni del provvedimento n. 81 del Commissario Delegato ([5] – Allegato 5b), con il quale veniva approvato il progetto definitivo di messa in sicurezza permanente della Zona A1¹¹, come di vedrà nei paragrafi seguenti.

4.6.1 Piani di scavo, verifica delle celle e controlli degli Enti

I piani di scavo prevedevano di suddividere le aree di intervento in celle e orizzonti di profondità diversa, definiti sulla base dei dati di caratterizzazione del sito.

Le modalità di scavo, di verifica delle celle e di controlli degli Enti sono state definite nel "Protocollo tra il Commissario delegato, la provincia di Savona, ARPA Liguria e Syndial, in attuazione del protocollo di intesa per le reindustrializzazione del sito di Cengio, siglato il 26/07/2006, per la definizione delle attività propedeutiche alla certificazione degli interventi di bonifica e di bonifica con misure di sicurezza del sito di Cengio", in particolare nell'allegato A: "Individuazione delle attività di parte pubblica" e allegato B: "Protocollo di caratterizzazione del fondo scavo e delle pareti della cella in fase di bonifica delle Zone A2, A3 e A4 e dei materiali di rinterro" (protocollo CD/Prov.SV/ARPA/Syndial del 28/10/2006 – Allegato [7]).

Premesso che al Commissario Delegato era affidato il controllo sull'esecuzione degli interventi di bonifica e messa in sicurezza messe in atto da syndial all'interno del sito e che la Provincia di Savona, avvalendosi dell'ARPA, avrebbe svolto il controllo sugli interventi e provvedere al rilascio della certificazione dell'avvenuta bonifica nel rispetto delle norme vigenti, nel protocollo venivano stabiliti i rispettivi compiti e responsabilità nell'esecuzione dei controlli necessari al raggiungimento della certificazione. Da parte sua, a Syndial spettava di recepire le richieste, agevolare gli accessi e sostenere le spese discendenti dall'applicazione del protocollo stesso.

Tutte le attività di scavo e di controllo sono state eseguite in conformità al suddetto protocollo.

¹¹ Il Provvedimento, infatti, aveva formulato una serie di prescrizioni volte a garantire la corretta movimentazione e gestione dei materiali da conferire in Zona A1 e le caratteristiche tecniche del sistema di capping, in particolare:

- Punto 1) "[...] il sistema di capping della zona A1 deve rispondere ai criteri normativi relativi alle discariche di rifiuti pericolosi [...] qualora siano rinvenuti rifiuti non compatibili (es. rifiuti liquidi contenuti in fusti, rifiuti esplosivi etc.), l'azienda dovrà provvedere ad un loro specifico trattamento e/o smaltimento in impianti esterni."
- Punto 4) "Le modalità di movimentazione e gestione dei rifiuti e terreni misti a rifiuto di cui si prevede l'allocazione nella Zona A1 dovranno essere oggetto di specifici protocolli che saranno sottoposti all'Ufficio del Commissario".
- Punto 5) "Dovrà essere altresì presentato uno specifico protocollo per la verifica diretta, nei siti di stoccaggio finale, delle densità raggiunte dai materiali in fase di abbancamento. Tale protocollo dovrà inoltre permettere la verifica, attraverso apposita contabilità, delle quantità di materiale conferito in ogni settore della zona A1 (mediante verifica dei pesi)".
- Punto 10) "Dovrà essere effettuata l'analisi di stabilità globale relativa ai cumuli di abbancamento in Zona A1 [...]"
- Punto 16) "Dato atto che obiettivo progettuale è la minimizzazione del livello di percolato residuo nell'area A1, dovrà essere specificata la destinazione del percolato emunto dalle opere di captazione [...]"
- Punto 21) "Ad integrazione della documentazione progettuale l'Azienda dovrà presentare a) un piano di gestione post operativa [...] b) un piano di monitoraggio, sorveglianza e controllo [...]"

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 122 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Particolare importanza è stata data alla attività ispettiva in corso d'opera da parte degli Enti, tramite:

- verifiche di campo: controlli durante le fasi di scavo, verifiche durante la movimentazione dei materiali da scavo a destino, verifiche sull'idoneità dei materiali di reinterro
- controlli analitici: intercalibrazione dei laboratori, presenza del personale di parte pubblica alle operazioni di campionamento, effettuazione di controanalisi (su campioni medi di celle di scavo, su fondo scavo e pareti) con analisi su tutti i parametri del protocollo analitico del sito di Cengio (sostanze "tipiche ACNA" - 207 parametri del piano di caratterizzazione e 41 parametri di sostanze aggiuntive).

L'attività ispettiva di parte pubblica condotta ha permesso di verificare:

- la corretta realizzazione degli interventi eseguiti in relazione al progetto approvato,
- la restituzione finale delle aree bonificate in relazione alla loro destinazione d'uso,
- l'eliminazione del trasferimento degli inquinanti dai suoli alle altre metrici ambientali (acque sotterranee, acque superficiali).

4.6.2 **Movimentazione e gestione dei materiali scavati**

Il trasporto dei materiali scavati ed il loro abbancamento in Zona A1 o nei depositi preliminari è avvenuto tramite puntuale registrazione e tracciabilità delle movimentazioni di materiali.

Infatti, la movimentazione e la gestione dei materiali scavati è avvenuta in accordo con il "*Piano di gestione dei materiali di scavo della zona A4*" [9], adottato anche per le altre aree di scavo (A2 e A3), e autorizzato dal Commissario Delegato, con lettera Prot. N. 297/2008/UC/VI E del 26 febbraio 2008, nel quale le modalità di movimentazione e gestione dei materiali da scavo erano definite in accordo con il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 03/08/2005: "*Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica*" ed il Decreto Legislativo 36/2003: "*Attuazione della Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti*". In particolare, il Piano identificava e definiva nel dettaglio:

- le modalità di gestione dei materiali di scavo, dove peraltro sono definite le tipologie di materiali ammessi in area A1 (cfr. § 2, Allegato [9])
- "le modalità di identificazione e tracciabilità finalizzate al controllo, sia spaziale che temporale, del flusso delle terre di scavo dalla loro produzione al luogo finale di destino" (cfr § 3, [9]). In particolare, nella sezione in oggetto sono descritte:
 - a. le modalità operative di gestione dei rifiuti e dei terreni;
 - b. la gestione delle zone di abbancamento;
 - c. l'archiviazione della documentazione prodotta per la gestione dei rifiuti e terreni da scavo;
 - d. i controlli da parte dell'Autorità Pubblica.

Tutte le operazioni previste dai protocolli suddetti sono state condotte e documentate nel dettaglio al fine di mantenere traccia del percorso e del processo di abbancamento in area A1 dei materiali scavati.

In accordo con il protocollo approvato infatti, sono stati predisposti e compilati puntualmente appositi verbali nei quali sono state registrate, per ogni lotto di scavo: i) le operazioni di carico, ii) trasporto, iii) accettazione iv) conferimento e v) abbancamento dei rifiuti e dei terreni scavati.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 123 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Inoltre, è stato mantenuto aggiornato un Registro analogo a quello di "carico e scarico rifiuti", in conformità all'art. 12 del D. Lgs. 22/97 "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio". I verbali, precompilati e predisposti in n. 6 copie, ed in particolare i documenti di accompagnamento dei trasporti contenevano varie indicazioni, tra cui l'area di provenienza dello scavo (e il relativo punto di caratterizzazione che individua univocamente la provenienza), la descrizione del materiale, l'area di recapito in Zona A1 e i dati relativi al trasporto (targa del mezzo, nome dell'autista, peso del materiale trasportato, data e ora dell'accettazione in deposito e il relativo numero di registro compilato).

Un esempio del processo di gestione dei materiali escavati e demoliti, e dei relativi verbali predisposti per il trasporto e il campionamento è riportato al paragrafo seguente.

Tutte le attività di gestione dei rifiuti e dei terreni scavati sono state sempre eseguite alla presenza del personale dell'Autorità Pubblica, che ha anche controfirmato i verbali redatti per l'identificazione e la tracciabilità degli stessi.

Sulla base di quanto sopra esposto è evidente che sono state pianificate ed effettuate tutte le attività volte al conferimento controllato dei materiali escavati.

In fase operativa poi, sono state effettuate verifiche per escludere/definire, sul piano analitico, l'eventuale pericolosità dei rifiuti, secondo quanto previsto dal "Protocollo di valutazione della pericolosità dei rifiuti" [10], redatto in accordo con la Decisione 2001/118/CE del 16 gennaio 2001 "Elenco unico dei rifiuti" e con la Direttiva 67/548/CE concernente "il ravvicinamento della disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose".

A tal fine, nell'Allegato 4 al Protocollo, tutte le sostanze "tipiche ACNA" (207 parametri del piano di caratterizzazione e 41 parametri di sostanze aggiuntive) sono state classificate in base alle caratteristiche di pericolo (ai sensi della direttiva 91/689/CE), in modo da procedere alla successiva verifica puntuale della pericolosità del rifiuto.

4.6.3 Tracciabilità dei conferimenti

Tutte le attività di gestione dei rifiuti e dei terreni scavati sono state sempre eseguite alla presenza del personale dell'Autorità pubblica, che ha anche controfirmato i verbali redatti per l'identificazione e la tracciabilità degli stessi.

Il terreno contaminato escavato, che in base alle caratterizzazioni eseguite superava i limiti delle CSC per uso industriale, nonché i rifiuti e le fondazioni provenienti dalla demolizione dei fabbricati, erano conferiti dalle aree di scavo (Zona A2, A3 e A4) all'area di stoccaggio in Zona A1.

Il processo di conferimento ha rispettato lo schema di flusso (Figura 4-28), nel seguito, previsto dal piano di gestione dei materiali (Allegato [9]).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 124 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

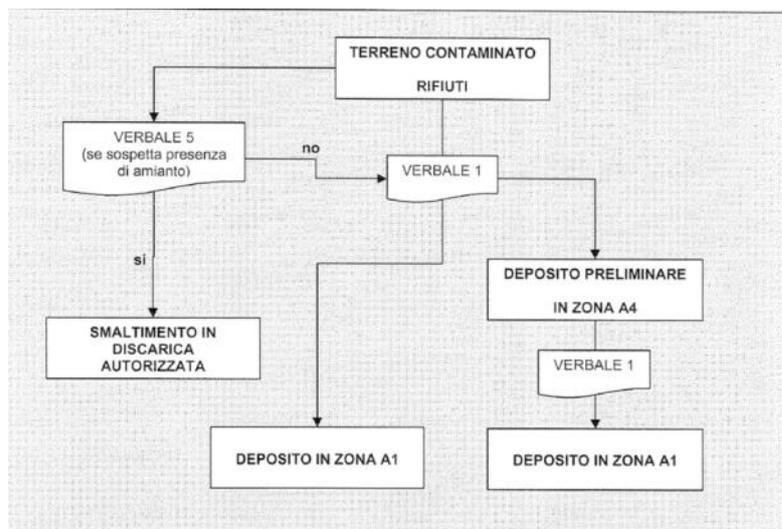


Figura 4-28: Schema di flusso per la gestione dei terreni contaminate e dei rifiuti escavati.

Per ogni conferimento era compilato il verbale di trasporto, che conteneva, oltre ad il numero progressivo e la data del conferimento, informazioni riguardanti l'indicazione della zona di scavo, la descrizione del materiale e l'area di recapito all'interno della Zona A1, e i dati relativi al trasporto (Figura 4-29).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 125 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

SITO DI CENGIO/SALICETO
VERBALE 1

syndial

RIFIUTI / TERRENI CONTAMINATI / DEMOLIZIONI

VERBALE N. LL 31792

	DATA	FIRMA Direttore lavori o suo delegato	FIRMA SYNDIAL	FIRMA Ente di controllo
A	28/03/2011			
	SCAVO: <u>coll. sud.</u>			
	Area di provenienza: <u>SEC. PUB.</u>			
	Maglia di caratterizzazione: <u>ARBONE Ed.</u>			
B	DESCRIZIONE DEL MATERIALE			
	<u>TERRA DA SCAVO</u>			
C	CARATTERIZZAZIONE			
	Indicare per materiali da demolizioni (eccetto fondazioni) il relativo Rapporto di Prova:			
	Rifiuti () Terreni contaminati ()			
D	DEFINIZIONE CODICE CER: <u>191302</u>			
E	AREA DI RECAPITO IN ZONA A1: <u>D2-III</u>			
F	TRASPORTO:			
	Targa: <u>D5028RT</u>			
	Autista: <u>VANZIN DIACI UNGHERO</u>			
	Carico mc: _____			
G	ACCETTAZIONE AL DEPOSITO:			
	Data: <u>28/03/11</u> ; Ora: <u>18.05</u>			
	N° Registro: _____			
H	CONFERIMENTO			
	Deposito zona: <u>32.12</u>			

76 - 1130 - ... (INSA)

DELEGATO LAVORI (per accettazione COPIA)	<u>[firma]</u>
ENTE DI CONTROLLO (per accettazione COPIA)	<u>[firma]</u>
RESPONSABILE ZONA A1 (per accettazione COPIA)	<u>[firma]</u>

5ª copia

Figura 4-29: Esempio di verbale di trasporto per terre da scavo (verbale numero LL 31792).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 126 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

SITO DI CENGIO/SALICETO
VERBALE 2

Syndial
MATERIALI ESCAVATI
VERBALE N. FF 768 2

BONIFICA DELLA ZONA A1 A2
lotto 2

	DATA	FIRMA Direttore lavori o suo delegato	FIRMA SYNDIAL	FIRMA Ente di controllo
A	<u>28/05/07</u>			
	CUMULO: Numero: <u>FABB. 138</u> Piazzola: _____	<i>M</i>		
B	DESCRIZIONE DEL MATERIALE <u>DEMOLIZ. PAVIMENTAZIONE</u>	<i>M</i>		
C	CARATTERIZZAZIONE <small>Esclusivamente per terreni di risulta compilare il Verbale 3; Esclusivamente per macerie da demolizione (fondazioni) compilare il Verbale 4.</small>	<i>M</i>		
D	DEFINIZIONE CODICE CER: <u>170107</u>	<i>M</i>		
E	AREA DI RECAPITO IN ZONA A1: <u>BACINO H (ac)</u>	<i>M</i>		
F	TRASPORTO: Targa: <u>BX843YT</u> Autista: <u>Panero</u> Carico mc: <u>11</u>	<i>M</i>		
G	ACCETTAZIONE AL DEPOSITO: Data: <u>28/05/07</u> ; Ora: <u>7:27</u> ; N° Registro: <u>01</u>			<i>Usacheva</i>
H	CONFERIMENTO Deposito zona: <u>BACINO H (ac)</u>	<i>S</i>		

DELEGATO LAVORI (per accettazione COPIA)	
ENTE DI CONTROLLO (per accettazione COPIA)	
RESPONSABILE PROGETTI DI BONIFICA (per accettazione COPIA)	

$33300 - 16540 = 16760 \text{ kg}$

3° copia

Figura 4-30: Esempio di verbale di trasporto per materiali da demolizione.

Al completamento del processo di conferimento in Zona A1 era redatto il registro di conferimento di cui uno stralcio è riportato in Figura 4-31.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 127 a 207	
	N°DOC Appaltatore	FUNZIONE EMITTENTE	INDICE DI REV.		
	60553004_EP	STAM	00		

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
399	FF	687 /2	24/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	742 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	
400	FF	688 /2	24/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	743 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	
401	FF	689 /2	24/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	744 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	
402	FF	690 /2	24/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	745 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	
403	FF	691 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	746 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
404	FF	692 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	747 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
405	FF	693 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	748 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
406	FF	694 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	749 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
407	FF	695 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	750 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
408	FF	696 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	751 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
409	FF	697 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	752 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
410	FF	698 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	753 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
411	FF	699 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	754 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
412	FF	700 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	755 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
413	FF	701 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	756 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
414	FF	702 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	757 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
415	FF	703 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	758 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
416	FF	704 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	759 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
417	FF	705 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	760 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
418	FF	706 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	761 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
419	FF	707 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	762 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
420	FF	708 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	763 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
421	FF	709 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	764 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
422	FF	710 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	765 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
423	FF	711 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	766 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
424	FF	712 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	767 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H	
425	FF	713 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	768 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
426	FF	714 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	769 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
427	FF	715 /2	25/05/07	17:01:07	Pavimen. 142	Bacino H	FF	770 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
428	 REGISTRO TERRENI CONTAMINATI E FONDAZIONI PROVENIENTI DALLA BONIFICA DELLA ZONA A2 LOTTO 2											FF	
429	Stabilimento di Cengio											8	
430	La numerazione del verbale di accompagnamento è costituita da: una o più lettere che definisce il cantiere												
431	di provenienza del rifiuto (es. Collinette SUD), il numero progressivo del carico proveniente dal cantiere												
432	stesso e il N° dell'allegato (1 se relativo alle collinette; 2 per materiale proveniente da macerie). Es. A/001/2												
433	N° Verbale	Data	Cod. CER	Provenienza	Destinaz.	N° Verbale	Data	Cod. CER	Provenienza	Destinaz.			
434	FF	771 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	826 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
435	FF	772 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	827 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
436	FF	773 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	828 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
437	FF	774 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	829 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
438	FF	775 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	830 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
439	FF	776 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	831 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
440	FF	777 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	832 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
441	FF	778 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	833 /2	29/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
442	FF	779 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	834 /2	29/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
443	FF	780 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	835 /2	29/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
444	FF	781 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	836 /2	29/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
445	FF	782 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	837 /2	29/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	
446	FF	783 /2	28/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	FF	838 /2	29/05/07	17:01:07	Pavimen. 138	Bacino H ril.	

Figura 4-31: stralcio del registro di conferimento in Zona A1. Nel riquadro è evidenziata la registrazione del verbale di trasporto FF768 riportato Figura 4-30.

I terreni che erano risultati conformi sulla base delle caratterizzazioni effettuate e che si trovavano interposti a strati di terreni contaminati, venivano rimossi e accantonati in una apposita piazzola di caratterizzazione. In seguito, al raggiungimento di volumi di circa 300 m³, i terreni abbancati erano sottoposti alla caratterizzazione, che comprendeva anche l'analisi di tutte le sostanze "tipiche ACNA", per verificarne l'idoneità al riutilizzo.

Inoltre, i terreni che, anche per un solo parametro, registravano una concentrazione maggiore all'80% della rispettiva CLA industriale, erano comunque conferiti in Zona A1 e non riutilizzati.

Il processo di campionamento ha rispettato lo schema di flusso generale (Figura 4-32), previsto dal piano di gestione dei materiali, e gli schemi di flusso di dettaglio riportati nel seguito (Figura 4-33, Figura 4-34 e Figura 4-35).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 128 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

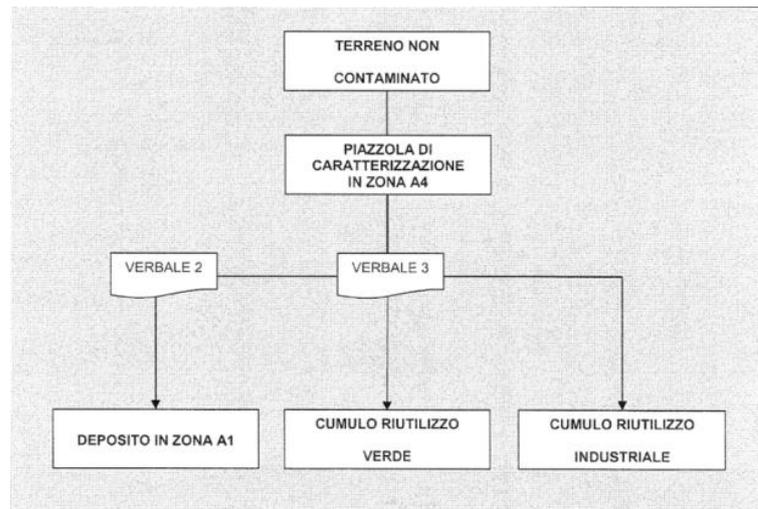


Figura 4-32: Schema di flusso per la gestione dei terreni non contaminati.

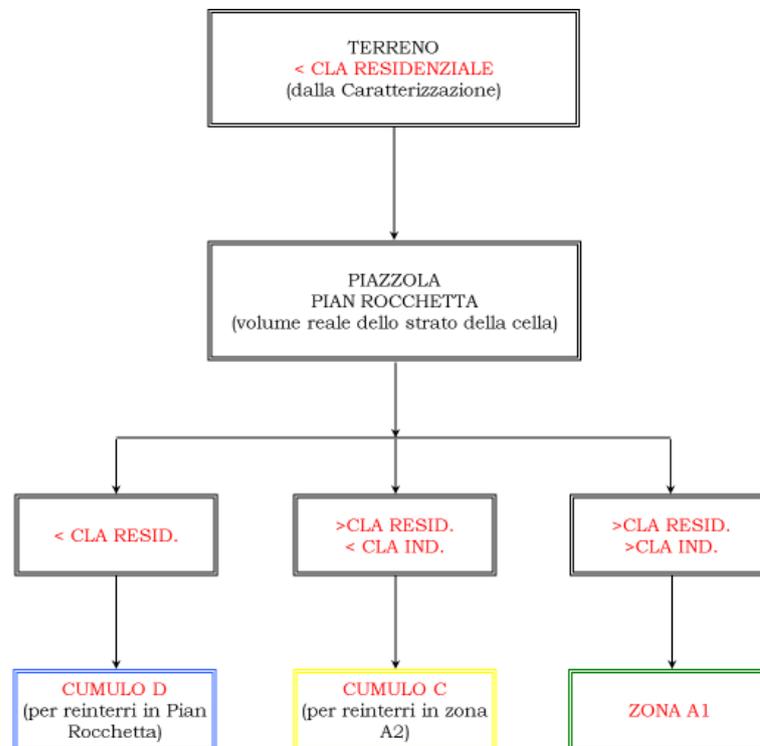


Figura 4-33 - schema di flusso per la gestione dei terreni non contaminati, con concentrazione < CLA industriale.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 129 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

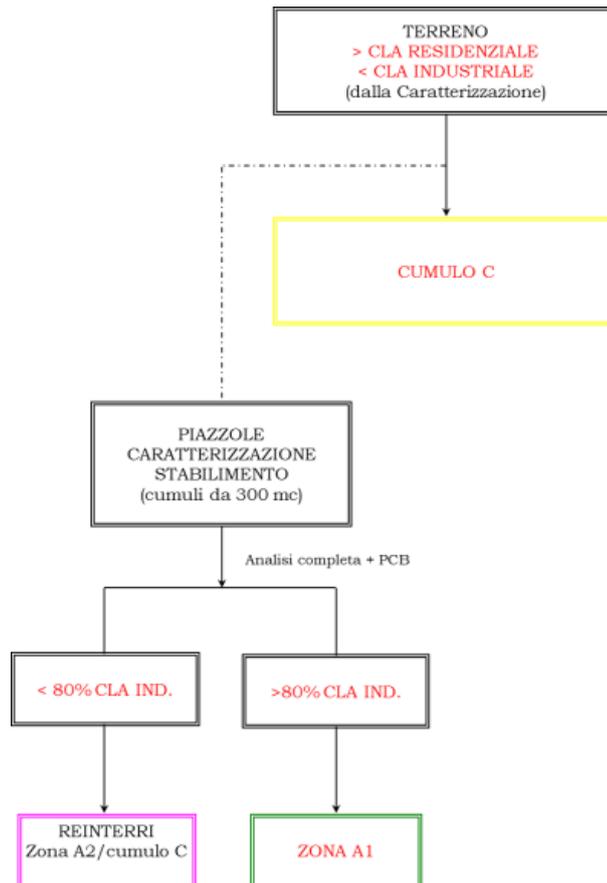


Figura 4-34: Schema di flusso per la gestione dei terreni non contaminati, con concentrazione compresa tra CLA residenziale e CLA industriale.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 130 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

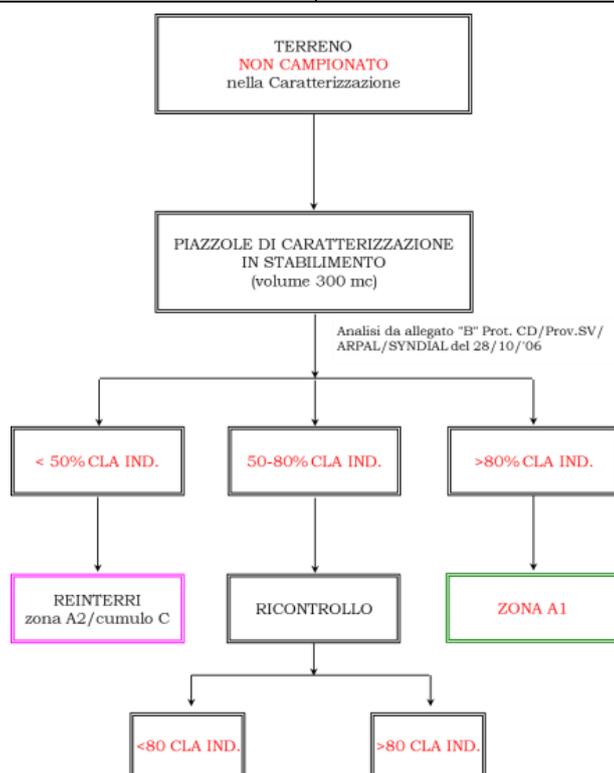


Figura 4-35: Schema di flusso per la gestione dei terreni non campionati in fase di caratterizzazione.

Per ciascun campionamento era compilato il relativo verbale che conteneva, oltre ad numero progressivo di verbale, le seguenti informazioni (Figura 4-36):

- l'indicazione della zona e la cella di scavo così come individuata dai rispettivi progetti di bonifica
- la descrizione del materiale e il tipo di lavorazione che l'ha prodotto (scavo, demolizioni, etc.);
- il numero del cumulo e della piazzola di abbancamento, la data di abbancamento;
- il processo di caratterizzazione;
- i dati relativi alla caratterizzazione.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 131 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

Ali. 3
 SITO DI CENGIO/SALICETO **Syndial**

**CAMPIONAMENTO E IDENTIFICAZIONE DEI MATERIALI DI SCAVO:
TERRENI**

VERBALE N. 13-19960

A	ZONA <u>A3</u>	CELLA <u>A5.29</u>	B	LAVORAZIONE <u>S.1.V.0 TERRI</u>	SCAVO DI PARTE Alta <input checked="" type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Bassa <input type="checkbox"/>
CUMULO N. <u>43</u>		PIAZZOLA <u>136</u>		ACCUMULATO IN DATA <u>15/01/07</u>	
OMOGENEIZZAZIONE E QUARTATURA DEI CAMPIONI Effettuata in data <u>16/01/07</u>		Effettuato da Direttore Lavori Opere Arginali <u>[Signature]</u>		Verificato da Entità di Controllo <u>[Signature]</u> D	
CAMPIONE CONSEGNATO A DATA <u>16.01.07</u> CAMPIONE N. <u>43160107</u>			SYNDIAL LAEC Accettato da <u>16.01.07</u> ACCETTAZIONE LAEC N. <u>19960</u>		
VAGLIATURA DEL CAMPIONE SUDDIVISIONE IN 5 ALIQUOTE (vetro da 1000 ML) DATA <u>18/01/07</u> Effettuato da <u>[Signature]</u>					
CONSEGNA CAMPIONE PER LABORATORIO ESTERNO DATA <u>22.01.07</u> Effettuato da <u>[Signature]</u> Accettato da <u>[Signature]</u>					

E CARATTERIZZAZIONE chimica - Rif. Protocollo di caratterizzazione			
Eccedente	I limiti per uso industriale		<input type="checkbox"/>
Rientante	nei limiti per uso residenziale nei limiti per uso industriale		<input checked="" type="checkbox"/>
CODICE CER (solo eccedente CLA industriali)		17 05 03 * <input type="checkbox"/>	17 05 04 <input type="checkbox"/>
FIRMA RESPONSABILE LAEC O SUO DELEGATO <u>[Signature]</u>			
FIRMA DIRETTORE LAVORI TRASPORTO DA PIAZZOLE DI CARATTERIZZAZIONE A DEPOSITI VARI			
FIRMA DELEGATO LAVORI SYNDIAL <u>[Signature]</u>			

Figura 4-36: Esempio di verbale di campionamento.

Infine, una volta ottenuti i risultati della caratterizzazione, era emesso un giudizio che definiva il numero degli eventuali parametri che superavano le rispettiva CLA industriali e residenziali:

- qualora le risultanze sopra dette avessero definito la conformità dei terreni (Figura 4-37) veniva definito in quale cumulo procedere con l'abbancamento in attesa del riutilizzo;
- qualora invece le risultanze avessero definito la non conformità dei terreni (Figura 4-38) si stabiliva l'eventuale pericolosità del rifiuto sulla base del "Protocollo di valutazione della pericolosità dei rifiuti sulla base dei risultati analitici".

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 132 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Syndial Stabilimento di Cengio
Laboratorio Ecologico

Cengio 16 gennaio 2007

CAMPIONE 79940

E' stata eseguita la caratterizzazione del campione relativo al cumulo in questione presso il Laboratorio Ecologico dello Stabilimento Syndial di Cengio e presso il laboratorio C.P.G. s.n.c. di Carcare (SV).
Le indicazioni fornite nel giudizio seguente si riferiscono alla normativa vigente in materia di rifiuti ed ai protocolli in essere.

Visti i rapporti di prova relativi al campione in esame, si esprime il seguente GIUDIZIO

Ai sensi del D. M. 471 / 99 e in accordo con i limiti fissati dal Commissario Delegato con lettera Prot. 465/00 del 26/06/2000 e con lettera Prot.718/02 del 09/07/02.

n° PARAMETRI CHE SUPERANO CLA INDUSTRIALE	0
n° PARAMETRI CHE SUPERANO CLA RESIDENZIALE	0

Trasferire al

n° campionamenti	inferiore CLA terreni industriali	<50% CLA Cumulo C
1	inferiore CLA terreni residenziali	

In accordo con il " Protocollo di valutazione della pericolosità dei rifiuti sulla base dei risultati analitici "

La seguente parte del giudizio deve essere omessa in quanto il cumulo non risulta contaminato

n° di CLASSI (1 - 7) che superano il limite di classe	0
n° di PARAMETRI delle CLASSI (8 - 12) che superano il limite singolo	0

al cumulo analizzato , in base alla caratterizzazione chimica , viene attribuito il seguente :

CODICE CER	19.13.02	ANNULLATO
Terra e rocce diverse di cui alla voce 19.13.01*		ANNULLATO

Laboratorio Ecologico

Tecnico analitico
Tecnico Banca Dati

Il Responsabile

(*) Cumulo C : tutti i parametri con concentrazione inferiore al 50% della CLA industriale
Ricontrollo: almeno 1 parametro compreso fra il 50% e 80% della CLA industriale

Figura 4-37: Esempio di giudizio per terreni conformi

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 134 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

4.6.4 Riepilogo dei materiali confinati in Zona A1

Nelle tabelle seguenti si riportano i riepiloghi dei materiali conferiti in Zona A1, con indicazione della loro provenienza, della tipologia e della sub-zona di conferimento.

RIEPILOGO MATERIALI ABBANCATI IN ZONA A1 - in METRI CUBI						
	Provenienza					MC
	Da ZONA A1	Da ZONA A2	Da ZONA A3	Da ZONA A4	Da PIANSOTTANO	COMPLESSIVI
Materiale da demolizioni	40,752	194,015	9,810	310	0	244,887
Rifiuto	33,873	317,325	525,250	343,008	11,944	1,231,400
CLAs < C <= CLAsind	4,156	0	0	0	0	4,156
C > CLAsind	195	244	8,974	390	0	9,803
TOTALE (MC)	78,976	511,584	544,034	343,708	11,944	1,490,246

RIEPILOGO MATERIALI ABBANCATI IN ZONA A1 - in TONNELLATE						
	Provenienza					TON
	Da ZONA A1	Da ZONA A2	Da ZONA A3	Da ZONA A4	Da PIANSOTTANO	COMPLESSIVI
Materiale da demolizioni	69,079	286,185	13,372	144	0	368,780
Rifiuto	59,226	473,419	810,000	433,531	18,608	1,794,784
CLAs < C <= CLAsind	7,045	0	0	0	0	7,045
C > CLAsind	333	361	13,495	468	0	14,657
TOTALE (TON)	135,683	759,965	836,866	434,144	18,608	2,185,267

Tabella 2 - Riepilogo dei materiali confinati in Zona A1 con indicazione della provenienza e della tipologia

RIEPILOGO MATERIALI ABBANCATI IN ZONA A1 (PER LOTTO/SUBZONA DI ABBANCO IN A1) - in METRI CUBI						
SUBZONA (A1)	Provenienza					MC
	Da ZONA A1	Da ZONA A2	Da ZONA A3	Da ZONA A4	Da PIANSOTTANO	COMPLESSIVI
Bacino 147	0	0	0	29,755	0	29,755
Bacino A	1,778	15,893	0	6,806	0	24,477
Bacino B	302	18,626	0	10,048	0	28,976
Bacino C	0	1,820	0	11,202	0	13,022
Bacino D	0	10,529	0	27,054	0	37,583
Bacino F	222	2,613	0	12,073	0	14,908
Bacino G	0	22,789	0	2,021	0	24,810
Bacino H	251	415	0	38,812	0	39,478
Bacino I	0	0	0	0	0	0
Bacino L'	12,617	0	0	0	0	12,617
Bacino N	2,554	60,159	515	10,181	0	73,409
Area D2_I	0	7,921	0	6,934	0	14,855
Rilevato 1 - Area D2_II	33,399	204,653	141,721	87,267	0	467,040
Rilevato 1 - Area D2_III	22,816	160,340	221,717	72,690	0	477,563
Rilevato M - Area D2_M	4,306	4,413	122,639	28,143	11,944	171,445
Aree D2_01	731	1,413	57,442	722	0	60,308
TOTALE (MC)	78,976	511,584	544,034	343,708	11,944	1,490,246

Tabella 3 - Riepilogo dei materiali confinati in Zona A1 con indicazione della provenienza e della subzona di conferimento (in m³)

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 135 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

RIEPILOGO MATERIALI ABBANCATI IN ZONA A1 (PER LOTTO/SUBZONA DI ABBANCO IN A1) - in TONNELLATE						
SUBZONA (A1)	Provenienza					TON
	Da ZONA A1	Da ZONA A2	Da ZONA A3	Da ZONA A4	Da PIANSOTTANO	COMPLESSIVI
Bacino 147	0	0	0	36,708	0	36,708
Bacino A	3,342	22,986	0	8,858	0	35,186
Bacino B	514	26,344	0	11,797	0	38,655
Bacino C	0	2,765	0	15,396	0	18,161
Bacino D	0	15,714	0	33,963	0	49,677
Bacino F	267	3,869	0	16,908	0	21,044
Bacino G	0	34,041	0	2,546	0	36,587
Bacino H	369	597	0	47,854	0	48,820
Bacino I	0	0	0	0	0	0
Bacino L'	21,881	0	0	0	0	21,881
Bacino N	4,377	88,583	774	12,605	0	106,339
Area D2_I	0	11,927	0	8,812	0	20,739
Rilevato 1 - Area D2_II	58,595	305,033	226,921	110,904	0	701,452
Rilevato 1 - Area D2_III	38,257	239,639	330,853	90,685	0	699,433
Rilevato M - Area D2_M	6,869	6,640	183,388	36,179	18,608	251,683
Aree D2_01	1,214	1,829	94,931	929	0	98,902
TOTALE (TON)	135,683	759,965	836,866	434,144	18,608	2,185,267

Tabella 4 - Riepilogo dei materiali confinati in Zona A1 con indicazione della provenienza e della subzona di conferimento (in tonnellate)

4.6.5 Monitoraggi ambientali in corso d'opera

In accordo con progetti approvati, i relativi piani di sicurezza e coordinamento le eventuali integrazioni richieste dalle Autorità italiane, durante la realizzazione delle opere di bonifica in area A2, A3 e A4, e nelle fasi di gestione dei materiali scavati e il conferimento in area A1, sono state adottate delle precauzioni e delle modalità operative per eseguire le opere in sicurezza al fine di prevenire e ridurre l'inquinamento.

Infatti, durante l'esecuzione degli scavi, il trasporto, le operazioni di deposito preliminare e di stoccaggio definitivo dei materiali scavati erano state adottate delle misure utili a prevenire e ridurre l'inquinamento, quali, a titolo di esempio, l'utilizzo d'idonei irroratori di acqua, per evitare la formazione di polveri nelle aree di scavo/abbancamento, l'utilizzo di mezzi di trasporto dei materiali dotati di cassoni chiusi, e il loro transito in piste ben definite e mantenute umide al fine di ridurre la formazione di polveri.

Inoltre, sono stati eseguiti i monitoraggi dell'aria ambiente di lavoro che prevedevano la ricerca di Polveri, Metalli, Solventi aromatici, Composti alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni, Ammine aromatiche, Sostanze nitro-aromatiche, Sostanze aromatiche clorurate, Fenoli non clorurati, Fenoli clorurati, Idrocarburi policiclici aromatici, Composti naftalenosolfonici, antrachinonsolfonici e consimili.

Sia in fase transitoria, prima della realizzazione del capping in Zona A1 (progettato secondo quanto previsto dal D. Lgs. 36/2003, come richiesto dal Decreto di approvazione del Commissario), che in fase di post chiusura, le acque sotterranee contaminate sono inviate all'impianto di trattamento (ITAR) presente in sito.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 136 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Si fa presente che esclusivamente le acque meteoriche, nelle more del completamento del capping, possono infiltrarsi nel sottosuolo e che la totalità di esse viene raccolta dal sistema di drenaggio e collettamento attualmente in opera. Inoltre, per il controllo e la raccolta dei dati riguardanti le caratteristiche chimico-fisiche delle acque sotterranee contaminate sono realizzate delle campagne di monitoraggio mensili, mentre i volumi emunti e smaltiti sono registrati in continuo dal sistema di trattamento ITAR.

4.6.6 **Monitoraggi ambientali della MISP post operam**

In seguito al completamento delle opere in area A1, come richiesto dallo Stato, attraverso il Commissario Delegato (provvedimento n. 81), è stata prevista l'attuazione della gestione post-operativa e di un programma di monitoraggio, sorveglianza e controllo, della durata di 30 anni, in linea con le indicazioni nel D. Lgs. 36/2003, riguardante le discariche di rifiuti pericolosi.

In particolare, sono previste:

- la manutenzione ordinaria delle opere che prevedono la verifica e manutenzione: i) delle recinzioni e dei cancelli d'ingresso, ii) delle strade per la viabilità interna ed esterna, iii) della rete di raccolta e deflusso delle acque meteoriche, iv) delle opere di protezione superficiale e copertura vegetale, v) dei piezometri per il monitoraggio delle acque sotterranee, vi) della rete di captazione e smaltimento delle amissioni gassose, vii) del sistema di drenaggio e raccolta delle acque sotterranee contaminate e viii) del sistema di rilancio delle acque di pioggia. Inoltre, sono state valutate le attività di manutenzione straordinaria da sostenere in caso di imprevisti, che potrebbero compromettere la funzionalità della "discarica";
- la gestione delle acque sotterranee contaminate che prevede il controllo delle caratteristiche chimico-fisiche e dei volumi prodotti e smaltiti;
- il monitoraggio delle acque di drenaggio superficiale per verificare l'efficacia delle opere di impermeabilizzazione superficiale;
- il monitoraggio delle emissioni gassose, attraverso la rete di captazione del biogas, e della qualità dell'aria;
- il rilievo dei parametri meteorologici, attraverso una centralina installata in Zona A1;
- monitoraggi piezometrici per verificare l'efficacia delle opere di chiusura della Zona A1;
- il controllo della morfologia del corpo della MISP e delle piste mediante livellazioni topografiche.

4.7 **Altre opere funzionali alla bonifica e alla Messa in Sicurezza permanente dell'intero sito**

4.7.1 **Opere per la riduzione delle ingressioni delle acque superficiali e sotterranee**

Nell'ambito degli interventi di bonifica, è stata realizzata una serie di interventi di regimazione delle acque superficiali e sotterranee provenienti dal versante posto a nord dello stabilimento (monte idrologico ed idrogeologico). Detti interventi rispondono all'esigenza di proteggere il sito di Cengio, con specifico riferimento alla Zona A2, nei confronti delle acque superficiali e di quelle sotterranee provenienti dalle aree esterne allo stabilimento lato ponte Donegani e lato ferrovia.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 137 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.7.1.1 Breve richiamo all'iter di approvazione del progetto

A seguito dell'approvazione del Progetto Preliminare del sito, Syndial, in riferimento alle opere di riduzione delle ingressioni presentava una serie di progettuali tra gli anni 2004 – 2006. Su tali proposte, il Commissario Delegato si esprimeva con nota n. 349 del 28/03/2006, prescrivendo inoltre alcune indicazioni per la stesura del progetto definitivo. Il Progetto definitivo fu pertanto elaborato e trasmesso al Commissario Delegato con nota AC/lb-118/2006 del 30/05/2006.

Il Progetto definitivo veniva trasmesso al Commissario Delegato con nota AC/lb-118/2006 del 30/05/2006. Rete Ferroviaria Italiana (RFI), soggetto interessato in quanto proprietaria di aree su cui insistono parte degli interventi, alcuni dei quali da realizzare ad una distanza dalla più vicina rotaia inferiore a 30 m, con comunicazione del 20/06/2006 dava parere non ostativo alla realizzazione dell'intervento, riservandosi l'esame del Progetto esecutivo per la definitiva autorizzazione. Il Commissario Delegato disponeva l'autorizzazione all'esecuzione dei lavori con Provvedimento n. 134 del 10/07/2006. Il Progetto esecutivo veniva trasmesso al Commissario Delegato nel Febbraio 2007.

Contestualmente all'inoltro del Progetto esecutivo, Syndial trasmetteva al Commissario Delegato copia dello stesso progetto ad uso "Richiesta di autorizzazione alla RFI", corredato della domanda per l'esecuzione delle opere ad una distanza minima, dalla più vicina rotaia, di 4,60 m. A seguito di richiesta dell'Ufficio Commissariale, Syndial nel Giugno 2007 trasmetteva, ai fini del conseguimento dell'autorizzazione RFI, opportuni documenti esplicativi in risposta al citato parere non ostativo del 20/6/2006. Nella documentazione progettuale trasmessa al Commissario veniva rettificata la posizione della barriera jet grouting, traslandola di circa 1m verso il sito Syndial.

Va osservato che, in assenza del riscontro da parte di RFI, in data 16/07/2007 Syndial dava luogo all'inizio dei lavori limitatamente alle zone non interferenti con la rete ferroviaria (emi-barriera lato ponte Donegani). Tali lavori terminavano nel Dicembre 2007, con la realizzazione dell'emi-barriera. In data 25/7/2007 i tecnici RFI ponevano ulteriori richieste di chiarimenti e di integrazioni al Progetto esecutivo. I chiarimenti furono trasmessi al Commissario Delegato in data 05/09/2007, sempre al fine di conseguire l'autorizzazione RFI. Quest'ultima, nel Marzo 2008 esprimeva parere favorevole, con prescrizioni, in merito all'esecuzione delle opere; tali prescrizioni erano rivolte in parte anche alla proprietà privata (a monte della Ferrovia rispetto allo stabilimento). L'incertezza della proprietà privata nell'accettare le suddette prescrizioni, con conseguente ritardo nella realizzazione dei lavori, nonché le problematiche da affrontare per rispettare la prescrizione RFI di garantire, in tutte le condizioni, il funzionamento non in pressione della tubazione, in corrispondenza del sottopasso Ferroviario al Km 29+828, ha indotto Syndial a predisporre una variante di progetto in grado di superare la situazione di stallo, fermo restando gli obiettivi del progetto, ossia la riduzione tendenzialmente a zero delle ingressioni delle acque sotterranee lungo il lato Est e Nord del sito. RFI esprimeva parere favorevole alla variante presentata nel Luglio 2008. In data 20/10/2008 veniva formalizzata la consegna dell'area e l'inizio dei lavori sul Lato Ferrovia.

Nel Dicembre 2008 veniva completata la barriera Lato Nord Ferrovia (ITAR-A1) e la relativa trincea drenante posta a monte della barriera e della ferrovia. Restavano da completare i lavori sul limite settentrionale della Zona A2 (Lato Nord Ferrovia) insistenti in parte in diverse proprietà private. A valle di successive varianti progettuali, i lavori in quest'area furono completati nell'Aprile 2009.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 138 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.7.1.2 **Descrizione delle opere realizzate e delle fasi di realizzazione degli interventi**

Gli interventi previsti dal progetto definitivo sono ubicati lungo il confine nord di stabilimento, a monte della Zona A2 e della Zona A1 e lungo il confine est di stabilimento, in corrispondenza dell'ingresso dell'area ex industriale. In particolare, possono essere distinte tre zone di intervento:

- il limite orientale della Zona A2 (Lato Est-Ponte Donegani);
- il limite settentrionale della Zona A2 (Lato Nord Ferrovia);
- il limite settentrionale ITAR e Zona A1 (Lato Nord Ferrovia).

Sotto il profilo esecutivo, per la limitazione delle ingressioni verso l'area di stabilimento sono state previste le seguenti realizzazioni:

- opere di regimazione delle acque superficiali (lato monte Zone A1 e A2, confine nord di stabilimento) atte a limitare l'infiltrazione delle acque meteoriche;
- opere di regimazione delle acque sub-superficiali (lato monte Zone A1 e A2, confine nord di stabilimento) atte al controllo del livello piezometrico e a ridurre tendenzialmente a zero gli apporti al sistema acquifero interno all'area di stabilimento;
- opere di barrieramento idraulico atte a realizzare la disconnessione idraulica delle aree interne allo stabilimento rispetto al sistema acquifero esterno in modo completo (lato monte ITAR) o parziale con possibilità di sfioro (lato Ponte Donegani).

Le opere propedeutiche sono consistite essenzialmente in interventi sulle utilities e sui servizi fognari preesistenti atti ad eliminare le interferenze con la barriera jet grouting e nell'approntamento delle piste di lavoro.

Le opere definitive sono nel seguito descritte:

Interventi sul Lato Ponte Donegani - Limite orientale della Zona A2 (

- Figura 4-39):
 - Barriera impermeabile: è stata eseguita una barriera impermeabile di tipo parziale e cioè una "emi-barriera", intestata nel substrato marnoso impermeabile, il cui estradosso si colloca a circa 4 m al di sotto del piano campagna, svolgendo la funzione di sfioro della falda in Zona A2 in conseguenza di eventi particolarmente intensi, in modo da limitare dannosi innalzamenti della stessa a monte. Lo sbarramento idraulico è stato realizzato facendo ricorso alla tecnica costruttiva del jet-grouting monofluido. La tecnica realizzativa ha consentito il completo superamento ed intasamento del cappellaccio di alterazione del substrato marnoso e la realizzazione, di fatto, di una barriera impermeabile in continuità con la marna sottostante. L'opera è stata composta mediante l'esecuzione di una tripla fila di colonne di terreno trattato disposte a quinconce. Il diametro reso delle colonne è stato di almeno 80 cm e l'interasse tra le perforazioni pari a 60 cm ha consentito di realizzare uno spessore della barriera di almeno 170

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 139 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

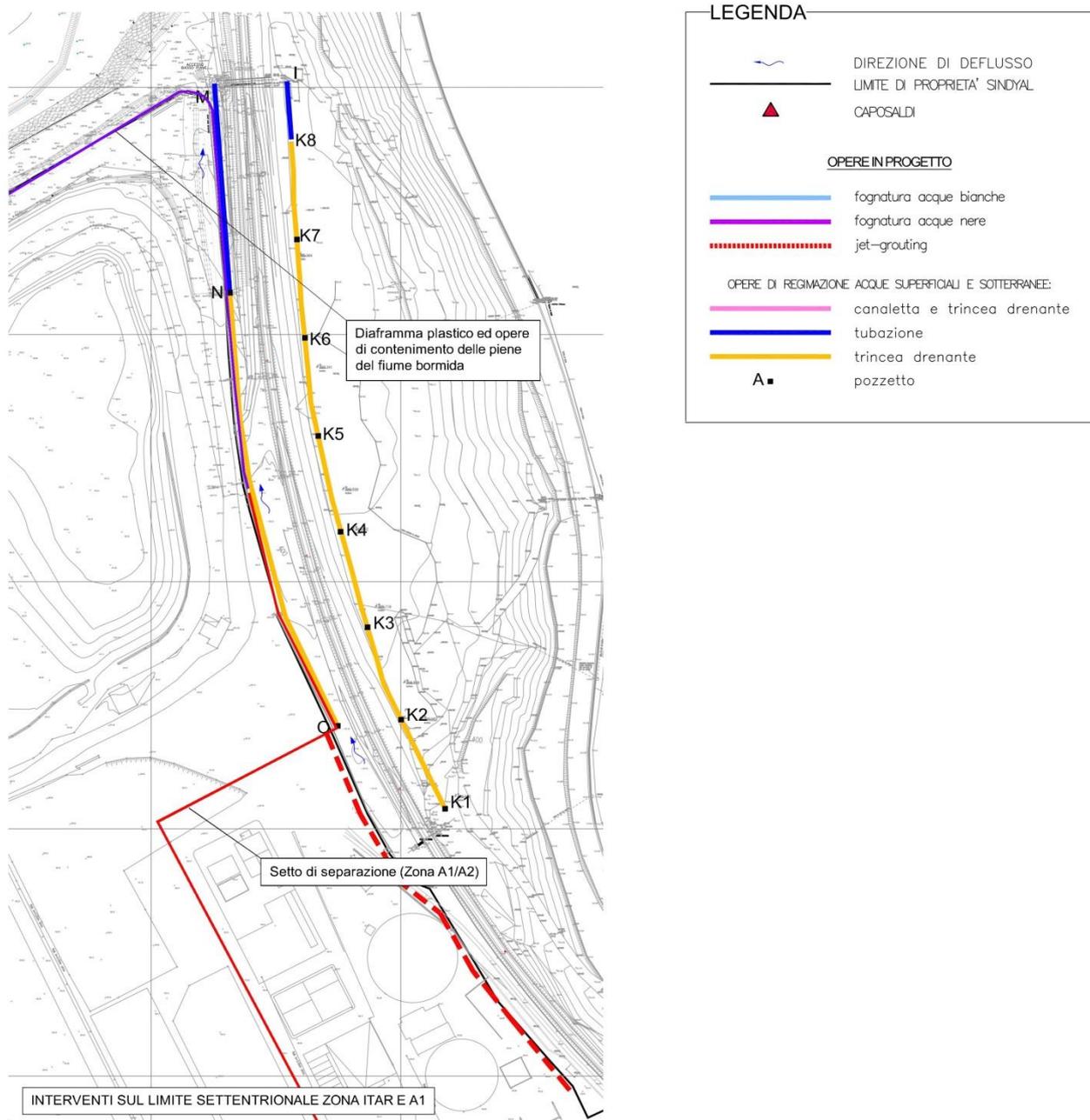
cm per uno sviluppo longitudinale di circa 156 m ed una altezza massima di 6,5 m. La base della barriera è stata immersata nella marna integra per almeno 0,5 m.

- Reti fognarie: sostituzione tubazioni rete fognaria comunale acque bianche e rete fognaria comunale acque nere;
 - Muretto di confine e scalinata: sono stati ricostruiti il muretto di confine con la proprietà privata e la scalinata di servizio del parcheggio al piazzale prospiciente la portineria, precedentemente demoliti per l'esecuzione dei lavori.
- Interventi sul Lato Nord Ferrovia — limite settentrionale della Zona A2 (Figura 4-40):
 - Rete fognaria comunale acque bianche: sostituzione tubazioni;
 - Canaletta di raccolta acque superficiali: è stata eseguita una canaletta a sezione semicircolare in cls a monte della ferrovia che raccoglie le acque piovane di un limitato settore costituito da un piazzale antistante un edificio di civile abitazione e che recapita le acque in un pozzetto di monte della nuova rete fognaria;
 - Interventi sul Lato Nord Ferrovia — limite settentrionale ITAR e Zona A1
 - Barriera impermeabile: è stata eseguita una barriera impermeabile intestata nel substrato marnoso e/o arenaceo impermeabile, il cui estradosso coincide sostanzialmente con il piano campagna. Lo sbarramento idraulico è stato realizzato facendo ricorso alla tecnica costruttiva del jet-grouting monofluido. La tecnica costruttiva adottata ha consentito la realizzazione, di fatto, di una barriera impermeabile in continuità con la marna/arenaria sottostante. La base della barriera è stata immersata per almeno 0,5 m nello strato di arenaria posto sullo strato marnoso, nel tratto compreso tra le progressive 126 e 176,5 m (pari a circa 50 m), mentre nelle rimanenti tratte la base della barriera è stata immersata per almeno 0,5 m nella marna integra.
 - Trincea drenante: è stata realizzata una trincea drenante ubicata a monte della linea ferroviaria e quindi dell'opera di barriera con un andamento sub—parallelo alla linea ferroviaria ed alle opere relative al setto di separazione A1/A2 ed arginali, fino all'avvallamento presente a monte del sottopasso ferroviario al km 29+828. Ad intervalli regolari di circa 40 m sono stati realizzati dei tubi d'ispezione del tubo microfessurato, protetti in sommità da piccoli pozzetti. Le pareti dello scavo sono state rivestite con un geotessuto con funzione di filtro e la trincea riempita con materiale granulare arido di pezzatura 40 - 60mm. La base del manufatto è posta ad una profondità variabile dal piano campagna in asse d'opera, da 1,50 m a 2,40 m circa per uno sviluppo longitudinale totale di circa 180 m dal primo all'ultimo pozzetto d'ispezione.
 - Scarico trincea drenante a valle linea ferroviaria: è stata realizzata la tubazione di scarico della trincea drenante (trincea già realizzata nell'ambito dei lavori relativi al setto di separazione tra le Zone A1 e A2, ubicata a valle della linea ferroviaria ed a monte del setto e posta in adiacenza alle opere tra i vertici V7 - V11) dal pozzetto preesistente "N" fino all'avvallamento presente a valle del sottopasso ferroviario al km 29+828.
 - Ricostruzione muro di confine con la Rete Ferroviaria Italiana (precedentemente demolito per l'esecuzione dei lavori);
 - Vasca di stoccaggio fanghi ITAR: è stata ricostruita la vasca di stoccaggio fanghi ITAR precedentemente demolita per l'esecuzione dei lavori.

Per tutti i materiali derivanti dalle escavazioni è stata effettuata la caratterizzazione per individuarne la destinazione finale (Zona A1 o riutilizzo nel sito). Durante gli scavi, sono state aggettate le acque che si

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 140 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

accumulavano negli stessi scavi, mediante impianti di pompaggio. Le acque emunte sono state inviate in vasche dedicate di sedimentazione e, da qui, a trattamento presso ITAR. I depositi fangosi sono stati inviati direttamente in Zona A1.



	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 141 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Figura 4-39: Interventi sul limite settentrionale Zona ITAR E Zona A1

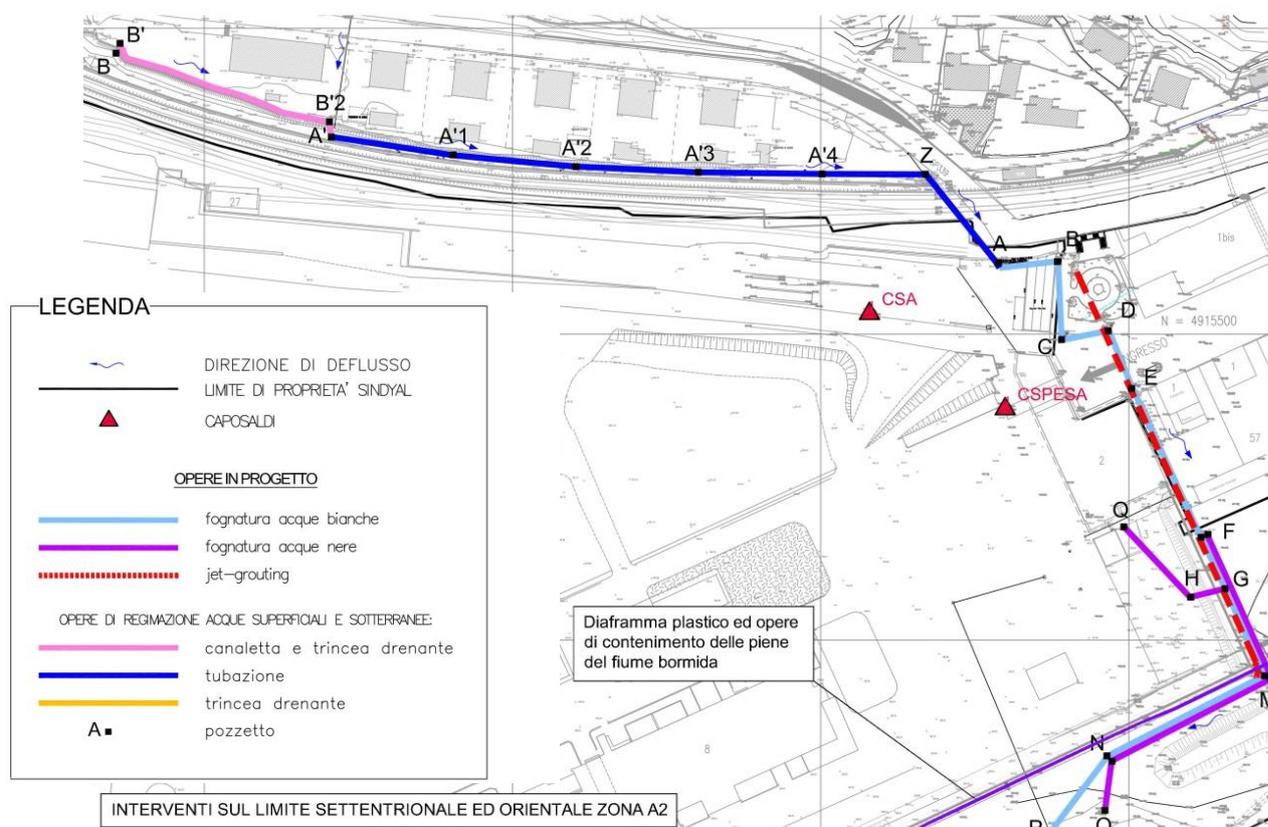


Figura 4-40: Interventi sul limite settentrionale ed orientale Zona A2

4.7.2 **Intervento di ripristino argini sormontabili**

Tra il 2011 ed il 2016 si sono verificati due importanti eventi alluvionali che hanno danneggiato le opere arginali. Al fine di ripristinare la funzionalità idraulica delle opere di protezione spondale, in conformità alla soluzione originaria individuata dal progetto esecutivo del 2008 che mirava ad allontanare quanto più possibile il letto di magra del fiume dal muro di contenimento in destra idraulica del sito, Syndial ha completato la progettazione di una nuova ipotesi di intervento per il ripristino degli argini sormontabili, realizzati come prescrizione nell'ambito della Bonifica della Zona A3.

4.7.2.1 **Iter progettuale**

Le opere arginali in esame sono state realizzate in conformità con quanto previsto nel "Progetto Esecutivo di bonifica delle aree golenali - Zona A3 e aree pubbliche", presentato da Syndial in data 18

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 142 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

giugno 2007, che riprendeva il “Progetto Definitivo di Bonifica della Zona A3”, presentato nel 2006 e autorizzato con provvedimento n. 235 del 28 dicembre 2006.

A tale Progetto Esecutivo ha quindi fatto seguito, con provvedimento n. 236 del 17 dicembre 2007, la richiesta da parte del Commissario Delegato di elaborare un progetto di sistemazione idraulica complessiva del tratto di Bormida interessato dagli interventi di bonifica, avvalendosi delle elaborazioni fornite dal Centro di Competenza Idrologica e Idrogeologica e contenute nel documento: “*Valutazioni tecniche – idrauliche sulla riprofilatura da effettuarsi in Zona A3, a seguito della realizzazione dei lavori di bonifica*” trasmesso dall’Ufficio del Commissario Delegato a Syndial in data 14 novembre 2007.

Tale documento riportava simulazioni numeriche a supporto dell’ipotesi di sistemazione idraulica della zona A3 mediante inserimento di un’opera di contenimento della portata dominante entro l’alveo attivo del Fiume Bormida sull’ipotesi di riprofilatura presentate nell’approvato progetto di sistemazione dell’area A3, precisando che l’opera dovrà essere dimensionata dal punto di vista idraulico per smaltire la portata dominante caratteristica del corso d’acqua entro l’alveo mentre, per portate maggiori, l’opera sarà sormontabile e le piene potranno quindi interessare anche le aree comprese tra il muro arginale di contenimento e l’argine golenale qui ipotizzato. La portata dominante caratteristica per il corso d’acqua, nelle elaborazioni fornite dal Centro di Competenza, è costituita da una portata stazionaria di 212 m³/s, associata ad un periodo di ritorno compreso tra 2 e 3 anni.

In accordo alle indicazioni sopra richiamate, è stato progettato e realizzato un argine in froldo di altezza minima tale da contenere entro l’alveo attive portate di entità inferiore o uguale a 212 m³/s, ubicato all’incirca in corrispondenza del tracciato del preesistente diaframma plastico, oggi demolito nella parte fuori terra fino al tetto della marna.

L’argine non è continuo, ma è suddiviso in tre tronchi rispettivamente ubicati (procedendo da monte verso valle) nelle zone denominate “Zona E”, “Collinetta Sud” e “Collinetta Ovest” (Figura 4-41), in cui sono riportate le tre aree (in giallo) con i relativi tronchi arginali di presidio (in marrone)].

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 143 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	



Figura 4-41: Planimetria sistemazione finale (da Dis. Snamprogetti 03-BL-A-95293, gennaio 2008)

Gli eventi di piena verificatisi nel 2011 e 2016 hanno determinato il danneggiamento delle opere arginali realizzate nell'ambito degli interventi di bonifica della zona A3 – Aree golenali ed aree pubbliche. In particolare, si è registrata una rottura estremamente significativa del rilevato arginale, in corrispondenza dell'intersezione con la briglia in calcestruzzo esistente, nella cosiddetta "Zona E", che ha di fatto determinato una sostanziale modifica dell'assetto morfologico del letto del fiume, avvicinandosi sensibilmente al muro perimetrale del sito.

Le piene hanno anche comportato localmente la movimentazione di massi costituenti la scogliera a protezione del muro, che risulta localmente dissestata, con rischio per la salvaguardia del muro stesso in occasione di futuri eventi piovosi particolarmente intensi.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 144 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Stante l'attuale situazione, e ricordando che la soluzione originaria individuata dal progetto esecutivo del 2008 mirava ad allontanare quanto più possibile il letto di magra del fiume dal muro di contenimento in destra idraulica del sito, Syndial ha sviluppato un nuovo progetto di ripristino degli argini sormontabili.

L'intervento proposto richiama l'idea progettuale originaria di ricavare un ben delimitato alveo di magra in grado di contenere la portata dominante, ed un'area golenale, allagabile esclusivamente per eventi di portata maggiore, adeguandola alla modificata situazione del corso d'acqua.

La soluzione tecnica proposta è supportata e definita da uno studio idraulico del tratto di interesse, basato sul rilievo di dettaglio svolto nel settembre 2017, e sviluppato mediante analisi sia in condizioni di moto permanente (analisi monodimensionale - 1D), che vario (analisi bidimensionale - 2D); quest'ultima allo scopo di meglio rappresentare le reali condizioni di deflusso per portate relativamente modeste.

Le analisi sono state condotte riferendosi ai valori delle portate prese a riferimento nello studio elaborato dal Centro di Competenza per il dimensionamento delle opere, ed in particolare per la sormontabilità dell'argine e l'allagabilità dell'area golenale. Tali valori, ripresi nel progetto esecutivo del 2008, risultano:

- Q3 = 212 m³/s tempo di ritorno di 3 anni
- Q50 = 850 m³/s tempo di ritorno di 50 anni (indicata dagli studi PAI).

Nella Figura 4-42 è riportata la planimetria generale della sistemazione proposta; va osservato in particolare che l'argine esistente avrà quote di sommità pari a quelle di riprofilatura dell'area golenale a tergo.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 145 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

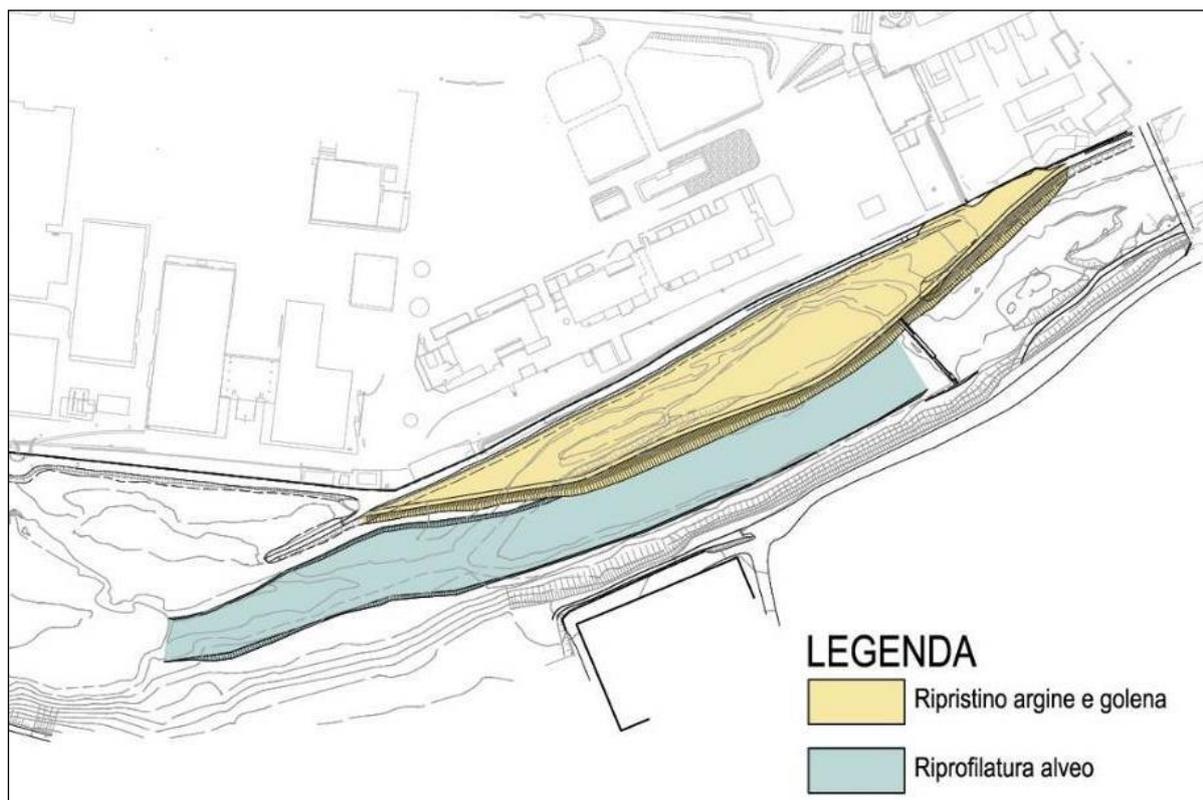


Figura 4-42: Planimetria sistemazione area golenale

La soluzione individuata ha tenuto conto di diversi fattori:

- la rispondenza dell'intervento agli obiettivi generali e particolari del Progetto Operativo di Bonifica;
- l'analisi e comprensione delle conseguenze dell'evento di piena che ha modificato sostanzialmente l'assetto morfologico del letto del fiume e danneggiato le opere di protezione;
- l'entità del trasporto solido e le dinamiche morfologiche del corso, la valutazione dei sedimenti trasportati e di quelli già presenti all'interno dell'alveo;
- la necessità di prevedere un intervento sostenibile dal punto di vista ambientale.

Occorre sottolineare che il progetto è stato sviluppato in sostanziale accordo a quello originario ed al principale obiettivo previsto, ovvero disporre di un alveo di magra in grado di contenere la portata dominante, senza che il deflusso comporti interessamento della golena, inondabile per portate maggiori ma più rare.

Non si ritiene di dover intervenire nelle zone Collinette Sud e Ovest, salvo che per limitati interventi di pulizia e riprofilatura del fondo alveo, nonché per locali ripristini delle sommità arginali, in quanto la sistemazione idraulica realizzata sulla scorta del progetto esecutivo approvato ha nella sostanza raggiunto lo scopo, avendo l'alveo sostanzialmente trovato un assetto stabile.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 146 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.8 Sistemazione e Ripristino Ambientale della Zona A1

Obiettivo del progetto di “Messa In Sicurezza Permanente Zona A1 - Sistemazione e Ripristino Ambientale” è stato quello di dettagliare le attività volte alla sistemazione finale della Zona A1 dello stabilimento di Cengio (SV) con particolare riferimento al confinamento (capping) superficiale della Zona A1.

Le tematiche progettuali affrontate possono riassumersi nei seguenti punti:

- Ingegnerizzazione del sistema di chiusura superficiale e definizione della sistemazione finale dell'area con idonea rete di regimazione delle acque, viabilità ed opere di stabilizzazione;
- Ingegnerizzazione del sistema di emungimento delle acque sotterranee contaminate collocato a tergo delle opere arginali di contenimento delle piene del fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne e del setto di separazione delle Zone A1/A2 alla luce della sistemazione finale dell'area, attraverso la realizzazione di un nuovo sistema di collettamento e rilancio delle acque di falda all'impianto ITAR.

4.8.1 Breve richiamo all'iter di approvazione del progetto

Il Progetto preliminare viene approvato con prescrizioni con la Conferenza di Servizi del 28/02/2003 (provvedimento di approvazione del 17/03/2002) e a valle di altri approfondimenti tecnici sulle opere, inviati dalla Società il 16/10/2002 su richiesta del Commissario Delegato.

Le caratteristiche tecniche e gestionali del Sistema di Messa in Sicurezza Permanente della Zona A1 sono dettagliate nel documento SnamProgetti “Progetto Definitivo del Sistema di Messa in Sicurezza Permanente dell'area A1 – sistemazione e ripristino ambientale” sottoposto all'esame delle Autorità nell'ottobre 2004.

Il progetto definitivo di Messa in Sicurezza Permanente viene approvato il 30/01/2006 in occasione della Conferenza dei Servizi decisoria. Il 26/04/2006 il Commissario Delegato ne autorizza l'esecuzione.

Il Progetto esecutivo viene redatto nel 2008, sempre da SnamProgetti.

A quella data, alcune delle prescrizioni della CdS erano già state recepite nell'elaborazione di altri progetti esecutivi, altre venivano recepite nel progetto del 2008, ossia:

2. *Il computo dei volumi da abbancare in Zona A1 dovrà essere rivisto tenendo conto delle risultanze relative alle prescrizioni di cui al progetto di bonifica dell'area Pian Rocchetta (cap. 4 del documento Snamprogetti S.p.A. “Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Abbancamento e sistemazione finale materiali – Progetto esecutivo - Relazione tecnica” SPC 01-BD-E-94055, rev. 0, marzo '08).*

9. *I depositi preliminari di Basso Piave e Bacino N dovranno essere riprofilati in modo tale da permettere la corretta esecuzione delle sezioni e dei profili di progetto. In fase esecutiva dovrà essere prodotto un documento in cui vengano descritte le modalità di gestione dei materiali mobilizzati in fase di risagomatura della Montagna M e del deposito preliminare di Basso Piave, comprendente tutte le misure di sicurezza da adottare a tutela dei lavoratori e delle matrici ambientali circostanti. (cap. 3 del documento Snamprogetti S.p.A. “Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale –*

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 147 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Progetto esecutivo – Lavori di chiusura superficiale e sistemazione finale delle aree – Relazione tecnica” SPC 01-BD-E-94002, rev. 0, luglio '08 allegata).

10. Dovrà essere effettuata l'analisi di stabilità globale relativa ai cumuli di abbancamento in Zona A1 con l'ausilio di programmi di calcolo agli elementi finiti. Tale modellazione dovrà permettere la simulazione del comportamento “sotto carico” dei materiali sottostanti l'area dei lagunaggi e dovrà anche subire verifiche in corso d'opera dovute all'eventuale aggiornamento della conoscenza degli specifici parametri geotecnici di riferimento.....(documento Snamprogetti S.p.A. “Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale – Progetto esecutivo – Risposta al p.to 10 delle prescrizioni della Conferenza dei Servizi del 30 gennaio 2006 – Relazione tecnica” SPC. 01-BE-E-94011, rev. 0, marzo '08).

11. Per quanto riguarda il riutilizzo di materiale in situ, si ricorda che devono essere rispettate le seguenti condizioni: (omissis) (par. 4.1 del documento Snamprogetti S.p.A. “Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale – Progetto esecutivo – Lavori di chiusura superficiale e sistemazione finale delle aree – Relazione tecnica” SPC 01-BD-E-94002, rev. 0, luglio '08 allegata).

16. Dato atto che obiettivo progettuale è la minimizzazione del livello di percolato residuo nell'Area A1, dovrà essere specificata la destinazione del percolato emunto dalle opere di captazione, sia in fase di esercizio che di post esercizio, i quantitativi previsti, le modalità di emungimento ed i tempi entro i quali si raggiungerà il risultato prefissato..... (documento Snamprogetti S.p.A. “Messa in sicurezza permanente Zona A1 - Nota tecnica di risposta al p.to 16 delle prescrizioni relative alla messa in sicurezza permanente della Zona A1, contenute nel verbale della conferenza dei servizi del 30 gennaio 2006 (prot. 146/2006/UC/VIK)” SPC 01-BE-E-94393, rev. 1, marzo '08. Per quanto attiene gli aspetti relativi alle modalità di emungimento e alla destinazione del percolato, si risponde nella specifica tecnica Snamprogetti S.p.A. “Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale – Progetto esecutivo – Lavori di realizzazione nuovo sistema di collettamento e rilancio acque di falda a ITAR – Relazione tecnica” SPC 01-ZA-E-96001, rev. 2, luglio '08 allegata).Il raggiungimento degli obiettivi di progetto dovrà essere monitorato in continuo mediante piezometri appositamente localizzati ed attrezzati. (par. 4.8 del documento Snamprogetti S.p.A. “Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale – Progetto esecutivo – Lavori di chiusura superficiale e sistemazione finale delle aree – Relazione tecnica” SPC 01-BD-E-94002, rev. 0, luglio '08 allegata).

18. Dovrà essere presentato uno specifico elaborato relativo all'interferenza tra le opere di cinturazione e separazione e l'attuale scarico dell'ITAR, nonché un elaborato di adeguamento degli elettrodotti interrati, che si dipartono dalla cabina CO. (documento Snamprogetti S.p.A. “Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale – Nota tecnica di risposta al p.to 18 del Provvedimento N. 81 del 26 aprile 2006 – Relazione generale” SPC. 01-BE-E-94013 Rev. 0, luglio 2008. In particolare, gli interventi richiesti sono stati sviluppati nei seguenti elaborati progettuali allegati a tale relazione generale: Snamprogetti S.p.A. “Setto di separazione Zone A1 e A2 – Interventi sulle reti elettromeccaniche propedeutici alla realizzazione del setto – Predisposizione rilocazione cavidotto da cabina C0 a cabina C7 e C5” SPC 01-BE-E-94533, rev. 0, maggio '06. Snamprogetti S.p.A. “Setto di separazione Zone A1 e A2 – Interventi sulle reti elettromeccaniche propedeutici alla realizzazione del setto – Bypass cavidotto su muro esistente vertice V. 1” SPC 01-BE-E-94367, rev. 0, aprile '06. Snamprogetti S.p.A. “Messa in

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 148 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale - Deviazione ed intasamento scarico Parshall – Progetto esecutivo - Descrizione degli interventi” SPC 00-CA-E-10010, rev. 0, luglio '08).

19. Dovrà essere rivisto il sistema di chiusura superficiale (capping) ai fini dello smaltimento delle acque di infiltrazione superficiale, nonché a garanzia della stabilità del manufatto. A tal fine si dovrà considerare l'installazione di tubi drenanti allo scopo di incrementare l'efficienza del sistema di regimazione delle acque meteoriche, soprattutto in condizioni di deflusso di basse portate. Dovrà altresì essere revisionato e modificato il progetto della rete di deflusso delle acque superficiali tenendo conto della necessità di assicurare un corretto funzionamento idraulico dei nodi della rete, eventualmente innestandovi opportuni pozzetti, e dei rami della rete stessa, adottando sezioni di forma idonea a garantire corrette velocità di deflusso in ogni condizione di funzionamento. Le acque meteoriche, di cui si prevede lo scarico diretto nel Bormida, dovranno essere oggetto di controllo in caso di eventi incidentali che interessino la copertura superficiale o eventi meteorici di una certa consistenza. (par. 4.6 del documento Snamprogetti S.p.A. “Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale – Progetto esecutivo – Lavori di chiusura superficiale e sistemazione finale delle aree – Relazione tecnica” SPC 01-BD-E-94002, rev. 0, luglio '08 allegata)

20. Relativamente alla “finitura” superficiale dell'area, fermo restando quanto già prescritto in sede di approvazione del progetto preliminare, si dispone che il sistema di illuminazione costituito da torri faro sia sostituito da altro meno impegnativo per quanto riguarda la struttura delle fondazioni. (documento Snamprogetti S.p.A. “Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale – Progetto esecutivo – Lavori di realizzazione nuovo sistema di collettamento e rilancio acque di falda a ITAR – Relazione tecnica” SPC 01-ZA-E-96001, rev. 2, luglio '08 allegata).

21. Ad integrazione della documentazione progettuale l'Azienda dovrà presentare: a) Un piano di gestione post-operativa, con eventuale documentazione cartografica allegata, che descriva nel dettaglio le manutenzioni da effettuare, per un periodo almeno trentennale, relativamente a: Recinzione e cancelli di accesso; Rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche; Viabilità interna; Sistema di drenaggio del percolato; Rete di captazione, adduzione, riutilizzo e/o combustione delle emissioni gassose; Sistema di impermeabilizzazione superficiale; Copertura vegetale e relativa manutenzione (annaffiatura, sfalci, sostituzione delle essenze morte, etc.); Pozzi e relativa attrezzatura di campionamento delle acque sotterranee; Modalità e frequenza di asportazione del percolato, garantendo comunque il mantenimento dello stesso al livello minimo possibile. In tale elaborato dovranno altresì essere previsti: Tutti gli accorgimenti per ridurre i rischi per l'ambiente ed i disagi per la popolazione; le modalità di intervento in caso di imprevisti; l'addestramento costante del personale impiegato alla gestione. b) Un piano di monitoraggio, sorveglianza e controllo, con eventuale documentazione cartografica allegata, articolato in modo tale da coprire la durata dei lavori previsti a progetto e un periodo successivo almeno trentennale, relativamente a: Acque sotterranee; Percolato; Acque di drenaggio superficiale; Emissioni gassose; Qualità dell'aria; Parametri meteorologici; Stato delle opere di isolamento (opere di contenimento e drenaggio, capping, etc.); Morfologia delle piste e dei rilevati (a mezzo di rilevazione topografica semestrale); Sezioni impiantistiche (verificando che le stesse assolvano alle funzioni per le quali sono progettate, in tutte le condizioni operative previste); L'accesso ai principali dati di funzionamento nonché

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 149 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

ai risultati delle campagne di monitoraggio. Relativamente a quanto sopra indicato si specifica, inoltre, che sarà demandato ad un organismo istituzionale la definizione di un presidio che garantisca il mantenimento delle condizioni ottimali del sito anche per tempi superiori. Si fa riferimento a tal fine alla previsione della verifica periodica dell'Accordo di Programma sottoscritto nel 2000 di cui all'art. 7 comma 2 del medesimo accordo. (Volume 7).

Nel PE del 2008 venivano recepite le modifiche introdotte durante l'iter di approvazione dell'intervento (conclusosi in data 26 aprile 2007 con Provvedimento n. 81 del Commissario Delegato) ed erano definite nel dettaglio le modalità operative e le caratteristiche costruttive delle opere, sulla base delle avvenute modificazioni morfologiche dell'area e delle risultanze delle verifiche sviluppate.

A seguito del minor quantitativo di materiali abbancati nella Zona A1 rispetto a quelli ipotizzati in fase di progettazione, nel 2012 Syndial incarica Petroltecnica S.p.A. per revisionare il progetto esecutivo del 2008, adeguando ove necessario i contenuti dello stesso. Il Progetto esecutivo del 2008 prevedeva infatti quote finali di chiusura superficiale dell'area che tenevano conto del rilievo topografico eseguito nel 2007 e della volumetria di materiali ancora da abbancare, stimata a giugno 2007 da Syndial in circa 770.000 m³.

Nel 2017 si è proceduto ad un ulteriore adeguamento del Progetto esecutivo per la "Messa in Sicurezza Permanente Zona A1 - Sistemazione e ripristino ambientale" da parte di Lotti Ingegneria ([5] Allegato 4o). La necessità di adeguare, ove necessario, i contenuti del PE redatto nel 2012 da Petroltecnica deriva anche in questo caso dal minor quantitativo di materiali abbancati nella Zona A1 rispetto a quelli ipotizzati in fase di progettazione, con conseguente variazione delle quote finali di chiusura superficiale dell'area di intervento. Quest'ultimo adeguamento, così come il PE del 2012, riprende quanto già definito in fase di progettazione definitiva degli interventi.

Quest'ultimo adeguamento progettuale definisce un nuovo planovolumetrico dell'area che, in relazione alle mutate geometrie della sistemazione finale, rende necessario aggiornare le verifiche di stabilità dei rilevati e la verifica della rete di drenaggio.

Il progetto affronta le tematiche relative all'ingegnerizzazione del capping ed alla sistemazione finale della Zona A1, descrivendo nel dettaglio le caratteristiche del pacchetto di chiusura e del sistema di regimazione delle acque superficiali, la viabilità di servizio definitiva ed il recupero a verde dell'area.

Per il monitoraggio post-operam degli interventi, si rimanda agli adeguamenti progettuali degli elaborati, redatti da Snamprogetti, Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale – Progetto esecutivo – Piano di gestione post-operam (SPC 01-BD-E-94009, rev. 0, luglio 2008) e Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale – Progetto esecutivo – Piano di monitoraggio, sorveglianza e controllo post-operam (SPC 01-BD-E-94010, rev. 0, luglio 2008).

A seguito dell'emanazione da parte del MATTM del Decreto direttoriale prot. 572/STA del 22 dicembre 2017 che ha approvato il documento "Aggiornamento del Progetto esecutivo dell'intervento di MISP della Zona A1 - Sistemazione e ripristino ambientale" relativo al SIN di "Cengio e Saliceto" ([5] Allegato 4O), notificato dal Ministero stesso il 2 gennaio 2018 (rif. Nota Prot. 0000039 del 2/01/2018), Syndial S.p.A., con il documento Nota di riscontro alle prescrizioni di cui al Decreto Direttoriale MATTM Prot. 572/STA

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 150 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

del 22.12.2017 – Syndial S.p.A Sin “Cengio e Saliceto” ha fornito riscontro alle prescrizioni contenute nel citato Decreto, descrivendone le modalità operative di attuazione.

4.8.2 **Descrizione degli interventi**

Si riporta di seguito la descrizione degli interventi e delle modalità operative direttamente tratte dalla Relazione Tecnica Generale dell’Adeguamento del Progetto Esecutivo di Messa in Sicurezza Permanente Zona A1 e Sistemazione e Ripristino Ambientale, Rev. Maggio 2017 ([5] – Allegato 5o).

4.8.2.1 **Riprofilatura del deposito materiali**

La configurazione finale del deposito in Zona A1 prevedeva la presenza di un piano stradale, di rilevati e di aree pseudo-pianeggianti, così denominate:

- Rilevato Basso Piave;
- Rilevato 1;
- Rilevato M;
- Area 1;
- Piazzale di ingresso.

Nell’ambito dell’ultimo adeguamento progettuale viene definito un planovolumetrico relativo alla sistemazione finale dei materiali all’interno della Zona A1, con indicazione delle quote finali del p.c. al netto del sistema di chiusura superficiale e dello strato di terreno vegetale, in relazione alle attuali condizioni di sito. Gli interventi oggetto del presente appalto possono essere così riassunti:

- chiusura dei bacini I e L;
- riporto di materiale e riprofilatura del Rilevato Basso Piave secondo i profili geometrici previsti (necessaria la preliminare rimozione, il taglio ed il deposito nella stessa Zona A1 del telo in HDPE attualmente in opera);
- riporto di materiale e riprofilatura del Rilevato 1 secondo i profili geometrici previsti;
- riporto di materiale e riprofilatura del Rilevato M secondo i profili geometrici previsti;
- riporto di materiale e riprofilatura dell’Area 1 secondo i profili geometrici previsti;
- riporto di materiale in corrispondenza del piazzale di ingresso;
- riporto/sterro di materiale in corrispondenza della viabilità di servizio (piste).

Gli interventi di regolarizzazione e risagomatura delle scarpe dei rilevati realizzati mediante l’abbancamento dei materiali in sito risultano necessari al fine di garantire la stabilità delle opere nella configurazione di progetto.

La riprofilatura risulta indispensabile per poter ospitare l’intervento di capping definitivo previsto a protezione dell’area.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 151 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.8.2.2 **Sistema di chiusura superficiale (Capping)**

4.8.2.2.1 *Generalità*

Completata la sistemazione dei materiali secondo le geometrie e le quote di progetto in corrispondenza dei vari settori della Zona A1, si procederà all'impermeabilizzazione superficiale del deposito, in modo tale da evitare l'infiltrazione delle acque meteoriche all'interno dei materiali contaminati abbancati.

Il capping potrà essere realizzato per step, man mano che verrà raggiunta la configurazione di progetto per i materiali nei vari settori della Zona A1.

La copertura superficiale finale dell'intera Zona A1 (aree di allocazione e piste di transito) risponde ai seguenti criteri:

- isolamento dei materiali abbancati dall'ambiente esterno;
- minimizzazione delle infiltrazioni d'acqua;
- resistenza agli assestamenti ed a fenomeni di subsidenza localizzata;
- minimizzazione dei fenomeni di erosione;
- riduzione al minimo della necessità di manutenzione.

4.8.2.2.2 *Sistema di chiusura in corrispondenza delle aree di abbancamento*

Il sistema di chiusura nelle aree di abbancamento dei materiali avrà uno spessore complessivo pari a circa 200 cm e comporterà la realizzazione delle seguenti lavorazioni:

- stesura di uno strato di materiale di regolarizzazione (terreno limoso-sabbioso) nelle zone in cui il piano di posa dei teli non risulti sufficientemente regolare e/o sia presente materiale grossolano o spigoloso, tale da poter pregiudicare l'integrità del telo di base;
- posa in opera di un geotessile non tessuto, di peso minimo pari a 400 g/m², quale strato di separazione;
- posa in opera di uno strato di materiale drenante (sabbia e ghiaia), dello spessore di circa 50 cm, per la captazione dell'eventuale biogas;
- posa in opera di un geocomposito bentonitico, quale materiale impermeabilizzante, dello spessore di almeno 6 mm (quando anidro) e permeabilità $\leq 4 \times 10^{-11}$ m/s;
- posa in opera di un telo in HDPE, di spessore di 1,5 mm, ruvido su entrambe le facce in corrispondenza del Rilevato M e del Rilevato Basso Piave, liscio per il Rilevato 1 e per l'Area 1;
- posa in opera di un geotessile non tessuto, di peso minimo di 400 g/m², quale strato di separazione;
- posa in opera di uno strato di materiale drenante (sabbia e ghiaia), dello spessore di circa 50 cm, per la protezione contro la foratura del sistema impermeabilizzante e per il drenaggio e smaltimento dell'eccesso di acqua oltre il limite di saturazione dalla coltre di terreno agrario sovrastante;
- posa in opera di un geotessile tessuto, di peso minimo di 350 g/m², di ripartizione/separazione;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 152 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- posa in opera di uno strato di copertura superficiale, costituito da circa 100 cm di terreno vegetale.

In corrispondenza delle scarpate più acclivi, pendenza 1/3, al fine di garantire gli opportuni fattori di sicurezza nei confronti dello scivolamento dello strato di terreno agrario di riporto, tra il geotessuto ed il sottostante strato drenante verrà posizionato un geocomposito, costituito dall'accoppiamento di una geostuoia antierosione di aggrappo e di un geotessuto. Eventualmente, in sostituzione di tale geocomposito potrà essere eseguita la posa in opera separata della geostuoia e del geotessuto, con pari caratteristiche meccaniche e di analoga durabilità.

4.8.2.2.3 Sistema di chiusura in corrispondenza delle piste e della rete di drenaggio

Il sistema di chiusura in corrispondenza delle piste si differenzierà per quelle perimetrali e per quelle interne.

- In corrispondenza delle piste perimetrali il sistema di chiusura comporterà la realizzazione delle seguenti lavorazioni:
- posa in opera di un geotessile non tessuto, di peso minimo di 400 g/m², quale strato di separazione;
- posa in opera di uno strato di materiale drenante (sabbia e ghiaia), dello spessore di circa 50 cm;
- posa in opera di un geotessile non tessuto, di peso minimo di 400 g/m², quale strato di separazione;
- posa in opera di circa 100 cm di materiale di riporto, per il raccordo delle quote;
- posa in opera di un geocomposito bentonitico, quale materiale impermeabilizzante, dello spessore di almeno 6 mm (quando anidro) e permeabilità 4x10⁻¹¹m/s;
- posa in opera di un telo in HDPE, di spessore di 1.5 mm, liscio;
- posa in opera di un geotessile non tessuto di peso minimo di 400 g/m², quale strato di separazione;
- posa in opera di circa 10 cm di materiale fine (limoso-sabbioso), a protezione del telo;
- posa in opera di fondazione stradale in misto granulare stabilizzato (spessore di 30 cm);
- formazione della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso, costituito da binder (spessore di 7 cm) e tappeto d'usura (spessore di 3 cm).

Nel tratto terminale della pista parallela al muro arginale (dal punto P al canale di scarico) dovrà essere realizzato un doppio trattamento di emulsione bituminosa, al fine di conferire una maggiore tenuta della pavimentazione stradale.

In corrispondenza delle piste interne il sistema di chiusura comporterà la realizzazione delle seguenti lavorazioni:

- posa in opera di un geotessile non tessuto, di peso minimo di 400 g/m², quale strato di separazione;
- posa in opera di uno strato di captazione del biogas e di protezione da forature accidentali del sistema composito (materassino bentonitico e telo in HDPE) in sabbia e ghiaia, dello spessore di circa 50 cm;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 153 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- posa in opera di un geocomposito bentonitico, quale materiale impermeabilizzante, dello spessore di almeno 6 mm (quando anidro) e permeabilità $\leq 4 \times 10^{-11}$ m/s;
- posa in opera di un telo in HDPE, di spessore di 1.5 mm, liscio;
- posa in opera di un geotessile non tessuto di peso minimo di 400 g/m², quale strato di separazione;
- posa in opera di uno strato di materiale drenante (sabbia e ghiaia), dello spessore di circa 50 cm, per la protezione contro la foratura del sistema impermeabilizzante e per il drenaggio e smaltimento dell'eccesso di acqua oltre il limite di saturazione dalla coltre di terreno agrario sovrastante;
- posa in opera di 40-60 cm di materiale di riporto, per il raccordo delle quote;
- posa in opera di fondazione stradale in misto granulare stabilizzato (spessore di 40 cm);
- formazione della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso, costituito da binder (spessore di 7 cm) e tappeto d'usura (spessore di 3 cm).

La differenza tra le due soluzioni di chiusura deriva dalla necessità di evitare la formazione di un battente d'acqua a tergo delle opere perimetrali della Zona A1.

In corrispondenza delle piste perimetrali è prevista infatti la creazione di una separazione di tipo idraulico tra le piste ed i canali adiacenti; a tal fine occorrerà procedere al posizionamento di un manufatto in cls armato tra il canale di drenaggio adiacente all'area di abbancamento e la sede stradale.

4.8.2.2.4 Sistema di chiusura in corrispondenza dell'area di scarico nel fiume Bormida

Nella Zona di scarico delle acque nel fiume Bormida, è prevista la costruzione di un canale in cemento armato per il convogliamento delle acque meteoriche.

Per ottenere maggiori garanzie di tenuta del sistema di chiusura in adiacenza a tale canale, questa verrà realizzata mediante un doppio livello di impermeabilizzazione contenente al suo interno il manufatto di scarico, al fine di isolarlo completamente dall'adiacente corpo rifiuti (Rilevato Basso Piave).

Il sistema di chiusura comporterà pertanto la realizzazione delle seguenti lavorazioni:

- esecuzione di uno scavo di sbancamento dell'area per conformare il piano di imposta del livello inferiore alla quota di progetto;
- esecuzione del livello inferiore di impermeabilizzazione in corrispondenza del fondo scavo (con la predisposizione dei necessari lembi di ripresa dei teli per il collegamento con il capping adiacente) mediante:
 - posa in opera di un geotessile non tessuto, di peso minimo di 400 g/m², quale strato di separazione;
 - posa in opera di uno strato di captazione del biogas e di protezione da forature accidentali del sistema composito (materassino bentonitico e telo in HDPE) in sabbia e ghiaia, dello spessore di circa 50 cm;
 - posa in opera di un geocomposito bentonitico, quale materiale impermeabilizzante, dello spessore di almeno 6 mm (quando anidro) e permeabilità $\leq 4 \times 10^{-11}$ m/s;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 154 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- posa in opera di un telo in HDPE, di spessore di 1.5 mm, liscio;
- posa in opera di un geotessile non tessuto di peso minimo di 400 g/m², quale strato di separazione;
- posa in opera di uno strato di materiale drenante (sabbia e ghiaia), dello spessore di circa 50 cm, per la formazione del piano di imposta del magrone di fondazione del canale (necessaria la copertura dei lembi di ripresa precedentemente predisposti);
- esecuzione della fondazione e delle strutture in elevazione del canale di scarico;
- collegamento del pacchetto di impermeabilizzazione dell'area adiacente al canale con il livello inferiore di impermeabilizzazione posato;
- riempimento del volume in adiacenza al canale con terreno di riporto fino alla quota di progetto del livello di impermeabilizzazione superiore;
- esecuzione del livello superiore di impermeabilizzazione (con la predisposizione dei necessari lembi di ripresa dei teli per il collegamento con il capping adiacente e dell'ancoraggio al paramento verticale del canale), mediante:
 - posa in opera di un geocomposito bentonitico, quale materiale impermeabilizzante, dello spessore di almeno 6 mm (quando anidro) e permeabilità $\leq 4 \times 10^{-11}$ m/s;
 - posa in opera di un telo in HDPE, di spessore di 1.5 mm, liscio;
 - posa in opera di un geotessile non tessuto di peso minimo di 400 g/m², quale strato di separazione;
- posa in opera di circa 10 cm di materiale fine (limoso-sabbioso), a protezione del telo;
- posa in opera di fondazione stradale in misto granulare stabilizzato (spessore di 30 cm);
- formazione della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso, costituito da binder (spessore di 7 cm) e tappeto d'usura (spessore di 3 cm);
- doppio trattamento di emulsione bituminosa su tutta l'area.

4.8.2.2.5 Zone singolari di chiusura

In corrispondenza dei pozzi di emungimento a servizio delle opere arginali, del setto A1/A2 e dei piezometri per il monitoraggio post-operam le attività di impermeabilizzazione dovranno essere realizzate seguendo degli accorgimenti specifici.

In corrispondenza dei piezometri, dovranno essere predisposti degli anelli in HDPE saldati sul tubo di rivestimento, assicurando la sovrapposizione del geocomposito bentonitico agli anelli e la saldatura del telo in HDPE sovrastante con gli stessi.

In corrispondenza delle tubazioni in acciaio inossidabile impiegate per il prolungamento delle teste-pozzo fino alle nuove quote del p.c.; in questo caso, non essendo possibile fissare direttamente i teli in HDPE alla tubazione, attorno a quest'ultima andrà realizzato un pozzetto in c.a. prefabbricato sul quale saranno successivamente ancorati, con le stesse modalità descritte per i piezometri, i teli di impermeabilizzazione.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 155 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Sarà inoltre necessario garantire la tenuta del sistema di impermeabilizzazione (geocomposito bentonitico/telo in HDPE) in corrispondenza dell'interfaccia tra il pacchetto di impermeabilizzazione stesso ed i paramenti murari perimetrali della Zona A1.

Preliminarmente, ai soli paramenti murari delle opere arginali dovranno essere applicate a caldo delle guaine bituminose fino ad una quota superiore al piano stradale finale (nel caso dei muri perimetrali del setto A1/A2, il paramento murario è già munito di un telo in HDPE di protezione, posto in opera durante i lavori di costruzione del setto stesso).

L'ancoraggio dei teli del sistema di impermeabilizzazione sarà effettuato risvoltandoli verso l'alto, in modo da raggiungere una quota superiore di almeno 20 cm al piano stradale finale, fissandoli successivamente con cura al paramento murario. A sormonto di tale risvolto sarà collocato un profilato in acciaio zincato a caldo di 80 x 5 mm, fissato al paramento murario con ancoraggi ad interasse di circa 2 m (all'interfaccia paramento/profilato dovrà essere applicata, prima e dopo il fissaggio, un mastice sigillante nero di tipo bituminoso, a garanzia della tenuta dell'ancoraggio). È infine prevista l'applicazione di un'ulteriore guaina bituminosa in corrispondenza della fascia di parete sovrastante il lembo terminale del telo, sovrapponendo la guaina applicata al telo in opera.

L'esecuzione dell'ancoraggio in corrispondenza del canale di scarico, all'interfaccia tra l'impermeabilizzazione ed i paramenti murari dello stesso, avverrà in maniera analoga a quanto previsto per i muri perimetrali.

Anche in questo caso è prevista l'applicazione preliminare di una guaina bituminosa in corrispondenza dei paramenti murari del canale.

4.8.2.3 **Sistema di raccolta del gas**

Il sistema di chiusura della Zona A1 dovrà integrarsi con la rete di captazione del gas, nell'eventualità che i materiali abbancati possano nel tempo dare origine alla formazione di gas dovuti alla decomposizione delle sostanze organiche degradabili eventualmente presenti.

Il gas eventualmente generato verrà raccolto mediante la posa in opera di una rete di captazione ed immesso in atmosfera.

Per il dimensionamento di tale rete si è fatto riferimento a quanto previsto nel Progetto Definitivo di Messa in Sicurezza Permanente della Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale secondo lo schema seguente.

Il sistema di raccolta del gas dovrà essere posto in opera contemporaneamente al sistema di chiusura superficiale e prevederà le seguenti lavorazioni:

- predisposizione di piccoli canali scavati all'interno dei materiali abbancati, a sezione trapezia della profondità di 20 cm, con base di 50 cm e pendenza delle scarpate di 3:2 (orizzontale/verticale) lungo la superficie di chiusura;
- posa in opera di un geotessuto di separazione, di peso minimo di 400 g/m²;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 156 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- posa in opera all'interno dei canali precedentemente predisposti della rete di captazione, costituita da tubi fessurati in HDPE DN 80 PN 6;
- posa in opera di collettori di raccordo in HDPE DN110 PN6, con pozzetti di raccolta;
- posa in opera di pozzetti in HDPE DN 350 PN 6 per la raccolta e convogliamento all'esterno del sistema di impermeabilizzazione superficiale;
- chiusura dei canali mediante la posa in opera di uno strato drenante costituito da sabbia e ghiaia.

4.8.2.4 **Viabilità di servizio finale**

Nell'intera Zona A1 si dovrà provvedere alla realizzazione di un sistema di viabilità interno, necessario per le successive attività di manutenzione e controllo dell'area, parallelamente al quale si svilupperà il sistema di raccolta e di convogliamento delle acque superficiali meteoriche.

4.8.2.5 **Piste principali**

Le piste di transito si svilupperanno principalmente lungo il perimetro dell'area (piste perimetrali) e raggiungeranno l'interno dei rilevati lungo le linee di impluvio individuate fra gli stessi (piste interne).

Le piste perimetrali si svilupperanno parallelamente ed in adiacenza alle opere arginali ed al setto A1/A2.

Le livellette delle piste principali, ed in particolare di quelle perimetrali, sono state fissate sulla base dei seguenti criteri:

- esigenza di drenaggio e scarico nel fiume Bormida delle acque meteoriche nel punto previsto (i canali di drenaggio seguiranno generalmente la pendenza delle strade);
- minimizzazione degli interventi di riprofilatura dei rilevati esistenti.

Generalmente, le livellette delle piste coincideranno con quelle delle canalizzazioni adiacenti ed i canali risulteranno essere in trincea, con il fondo approfondito di circa 80 cm rispetto al piano strada, mentre la sommità delle sponde dei canali corrisponderà con il piano strada.

Tale configurazione risulterà tuttavia non rispettata per alcuni tratti singolari della rete viaria in particolare in corrispondenza del nodo di scarico. Di conseguenza, si configurerà un tratto della rete viaria caratterizzato dall'adiacenza di un canale parzialmente "pensile", ovvero caratterizzato da quote della sommità della sponda lato strada maggiori rispetto al piano viario adiacente.

Le caratteristiche delle sedi stradali cambieranno a seconda della loro tipologia (piste perimetrali o piste interne), come descritto nel seguito.

4.8.2.5.1 **Piste perimetrali**

Le piste perimetrali avranno generalmente una larghezza del piano stradale in conglomerato bituminoso pari a 7 m, costituito da una corsia a senso unico di marcia; non tutta la piattaforma stradale sarà transitabile, in quanto una Zona di 3 m dal filo interno delle opere perimetrali verrà interdetta ai mezzi in quanto andrà a costituire una fascia di rispetto per i servizi.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 157 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

La sezione tipo delle piste perimetrali varierà a seconda che il canale di drenaggio adiacente risulti in trincea o pensile.

Nella sezione tipo della pista perimetrale con canale in trincea, la piattaforma stradale avrà una pendenza unica dell'1 % verso la cunetta alla francese posta sul lato interno, la quale scaricherà ogni 50 m nel canale di drenaggio grazie ad appositi manufatti per lo scolo, costruiti in opera con pietrame in corrispondenza della sponda lato pista dei canali.

La pista perimetrale in corrispondenza del canale parzialmente pensile sarà una "strada alveo" che raccoglierà le acque meteoriche; sarà caratterizzata da una doppia pendenza del 2 % verso la parte centrale, che garantirà così il drenaggio delle acque meteoriche fino all'area di scarico in prossimità del Rilevato Basso Piave.

In corrispondenza del nodo di scarico, è prevista la completa pavimentazione in conglomerato bituminoso dell'area ed una configurazione delle pendenze tale da favorire il convogliamento delle acque all'interno del canale di scarico in calcestruzzo.

Essendo la sommità dei paramenti verticali del canale a quota maggiore rispetto al piano viabile adiacente, verrà predisposta una rampa per lo scavalco dello stesso in corrispondenza della quale il canale risulterà coperto.

In corrispondenza delle intersezioni delle piste i canali perimetrali saranno costituiti da manufatti in c.a. tombinati al fine di consentire la continuità di circolazione dei mezzi, mentre ai lati verrà mantenuta la tipologia costruttiva con gabbioni.

In corrispondenza del varco di accesso alla Zona A1 dalla Zona A2 (in sommità della rampa), dovrà essere installato un cancello in profilati di acciaio zincato a caldo.

4.8.2.5.2 Piste interne

Le piste interne, completamente bituminate, avranno una larghezza complessiva pari a 4.1 m e saranno costituite dalla carreggiata stradale e da due banchine laterali di 40 cm cadauna.

Il piano stradale dovrà essere configurato a schiena d'asino, con pendenze pari all'1 % su ambo i lati; dalle banchine laterali le acque dreneranno in modo continuo lungo tutto lo sviluppo longitudinale all'interno delle canalette di drenaggio, poste su ambo i lati.

4.8.2.5.3 Piste secondarie

Dalle piste principali (perimetrali ed interne) dovranno essere realizzate delle piste secondarie di accesso ai vari rilevati, per permettere ai mezzi di lavoro di accedere sulla loro sommità.

Le piste secondarie saranno realizzate a mezza costa internamente ai cumuli di abbancamento, creando un cassonetto stradale di larghezza pari a 3 m, secondo la seguente successione:

- stesa di un geotessile di separazione e rinforzo, di peso pari a 400 g/ m²;
- posa in opera di una fondazione stradale in misto stabilizzato;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 158 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

- esecuzione di una canaletta semicircolare di drenaggio, posta sulla scarpata di monte della pista.

Data la presenza delle canalizzazioni, per consentire l'accesso dei mezzi alle piste secondarie sarà necessaria la realizzazione di tombini con copertura carrabile per dare continuità alla rete idraulica.

4.8.2.6 **Rete di regimazione delle acque meteoriche e scarico a fiume**

4.8.2.6.1 *Scarico nel fiume Bormida*

La rete di regimazione delle acque meteoriche dovrà consentire la raccolta delle acque superficiali dell'intera Zona A1 ed il loro convogliamento verso il punto di scarico nel fiume Bormida, collocato a Nord del Rilevato Basso Piave.

La feritoia di scarico, già predisposta nel paramento murario ha forma rettangolare, dimensioni pari a 2.0 x 0.6 m e quota di base pari a 395,60 m s.l.m.

Tale quota di scarico garantisce il deflusso delle acque nel fiume Bormida anche in concomitanza della portata di massima piena dello stesso, pari a 1750 m³/s con un franco di 1 m, come definito nel documento Bormia S.p.A. in Liquidazione – Enichem Stabilimento di Cengio (SV) – Opere arginali di contenimento delle piene del fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acque di falda interne – Progetto esecutivo, Rev. 4 del 24/06/2002 (S.G.I. Studio Geotecnico Italiano).

Sulla base delle verifiche idrauliche effettuate da Snamprogetti [rif. Dimensionamento idraulico della rete di regimazione superficiale delle acque meteoriche (Appendice 1 dell'elaborato Messa in sicurezza permanente Zona A1 – Sistemazione e ripristino ambientale – Progetto esecutivo – Lavori di chiusura superficiale e sistemazione finale delle aree – Relazione tecnica (SPC 01-BD-E-94002, rev. 0, luglio 2008)], le dimensioni attuali di tale feritoia non sono sufficienti a smaltire la portata attesa; è pertanto previsto l'ampliamento del varco fino ad una larghezza di 4,0 m ed un'altezza pari alla sommità del muro (posta ad una quota di 397,25 m s.l.m.), in modo da poter avere uno stramazzone libero.

Allo scopo di allontanare la vena d'acqua stramazzone dal paramento esterno delle opere arginali e proteggere la base della luce di scarico dalle azioni di trascinarsi della corrente idrica, è previsto il rivestimento della base stessa con una copertina in calcestruzzo (naturale proseguimento della soletta del canale di scarico), adeguatamente ancorata al muro, di larghezza pari a 60 cm.

All'uscita dalle opere arginali di stabilimento occorrerà predisporre un manufatto di protezione delle stesse dall'azione erosiva della vena d'acqua stramazzone, rappresentato da un rivestimento al piede del muro in massi di pezzatura maggiore di 0,3 m³.

Il convogliamento delle acque fino all'alveo inciso del fiume Bormida, già presidiato in destra idrografica da una difesa longitudinale in massi, avverrà attraverso un canale rivestito in massi ricavato trasversalmente alla fascia golenale.

Per evitare l'ingresso di personale non autorizzato attraverso l'apertura predisposta nelle opere arginali per lo scarico delle acque meteoriche, verrà posizionata una grata in acciaio, di larghezza pari a 4.0 m ed altezza tale da coprire per intero lo spazio, pari a 1.65 m, tra la soglia di scarico e la sommità del muro.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 159 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

In corrispondenza della feritoia di scarico è inoltre prevista l'installazione di una paratoia di regolazione, in grado di interrompere lo scarico delle acque verso l'esterno in caso di necessità (fondamentalmente durante la fase transitoria di esecuzione del capping).

4.8.2.6.2 Rete di regimazione superficiale

La raccolta e lo smaltimento delle acque superficiali al termine della sistemazione definitiva della Zona A1, risulta affidato ad un sistema di canalizzazione a cielo aperto che verrà sviluppato in adiacenza alle piste di transito principali.

Generalmente, in adiacenza alle piste perimetrali saranno presenti canali di drenaggio a sezione rettangolare realizzati con gabbioni al piede dei cumuli ed in adiacenza al ciglio carrabile delle piste di transito (dimensioni 1.0 x 1.0 x 2.0 m); sul fondo saranno disposti materassi di tipo "Reno" con dimensioni 0.2 x 3.0 x 2.0 m per i canali di larghezza 3.0 m o con dimensioni 0.2 x 1.0 x 2.0 m per i canali da 1.0 m di larghezza.

In corrispondenza delle piste interne le canalizzazioni saranno costituite da canalette prefabbricate a sezione trapezia poste da ambo i lati delle piste.

Le pendenze della sede stradale sono state definite con lo scopo di favorire il recapito delle acque meteoriche all'interno dei canali suddetti.

Nel caso delle piste perimetrali, le acque confluiranno dapprima nelle cunette stradali laterali per poi essere scaricate nei canali, ogni 50 metri, grazie ad appositi manufatti per lo scolo costruiti in opera con pietrame in corrispondenza della sponda lato pista dei canali. Per la realizzazione di tali manufatti, ogni 50 m verrà posato un gabbione 1.0 x 0.5 x 2.0 sopra il quale sarà eseguito un muro a secco in pietrame intasato con calcestruzzo, sagomato centralmente per favorire l'ingresso delle acque nel canale. Per le piste interne, la banchina asfaltata permette lo scarico diretto all'interno delle canalizzazioni.

Per quanto attiene agli attraversamenti in corrispondenza degli incroci della rete stradale, si prevede l'esecuzione di canali in gabbioni delle stesse dimensioni e tipologia del canale ubicato a monte; per consentire il libero transito degli automezzi, per ogni attraversamento è prevista l'interruzione della tipologia di canali a gabbioni, per un tratto di 10 m, e l'esecuzione di manufatti in c.a. tombinati.

Relativamente alle sezioni idrauliche della rete di drenaggio, si evidenzia la presenza di due tipologie di canalizzazioni per le piste perimetrali (tipologia "A" e "B") e di una tipologia per quelle interne (tipologia "C") con le seguenti caratteristiche geometriche.

Tipologia	b	B	H	Ab	Cb	Ri
	[cm]	[cm]	[cm]	[m ²]	[m]	[m]
A	300	300	80	2.40	4.60	0.52
B	100	100	80	0.80	2.60	0.31
C	57	120	57	0.50	1.87	0.28

Tabella 4-5: Caratteristiche geometriche delle sezioni idrauliche

Dove:

Ab: area della sezione bagnata massima;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 160 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Cb: perimetro bagnato;

Ri: raggio idraulico

4.8.2.6.3 Rete di regimazione sub-superficiale

È prevista l'istallazione di tubi drenanti allo scopo di incrementare l'efficienza del sistema di drenaggio delle acque meteoriche, soprattutto in condizioni di deflusso di basse portate.

Tale sistema di tubazioni risulterà collocato all'interno dello strato drenante di 50 cm facente parte del capping di chiusura della Zona A1.

In corrispondenza di ciascun rilevato di abbancamento verrà posizionato un tubo in HDPE fessurato (DN 200 mm) con base piatta di appoggio e rivestimento con calza geotessile, ad una quota compatibile con lo scarico e con andamento pressoché coincidente con il perimetro della relativa area di allocazione. Lungo tale tubazione saranno collocati pozzi di intercettazione in HDPE (DN 350 mm) con interasse pari a circa 50 m, dai quali partiranno le tubazioni di scarico in HDPE fessurate, di caratteristiche analoghe alle altre.

I pozzi di intercettazione saranno dotati di prolunghe per superare lo spessore di un metro del terreno vegetale sovrastante.

Le tubazioni di scarico convogliano le acque all'interno delle canalizzazioni superficiali di cui sopra, per cui dovranno essere realizzati dei boccafori, con interasse 50 m, nelle canalette prefabbricate delle piste interne, mentre, per quanto attiene lo scarico nei canali con gabbioni, le tubazioni verranno alloggiare all'interno degli stessi prima di procedere al loro riempimento con pietrame.

4.8.2.7 Opere di sistemazione superficiale

4.8.2.7.1 Fascinate vive

Lungo le scarpate dell'area di allocazione con maggiore acclività (Rilevato Basso Piave) dovranno essere posizionate delle fascinate vive al fine di contenere il terreno superficiale e ridurre l'erosione del suolo.

Le fascinate, costituite da una doppia fila di essenze di salice sp.pl. (*Salix* sp.pl.) di diametro minimo di 15 cm o da una fila unica di diametro di 30 cm, dovranno essere interrate per circa la metà della loro altezza e verranno tenute in posto da una fila di picchettoni di specie forti (castagno o robinia).

Circa 30-40 cm a monte delle fascinate dovrà essere eseguita una canaletta in terra di forma semicircolare o trapezoidale, con sezione non inferiore a 0,16 m².

La realizzazione delle fascinate vive, poste con un interasse fra loro pari a 20-25 m, dovrà avvenire durante il periodo di riposo vegetativo.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 161 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.8.2.7.2 *Canali presidiati da fascinate vive, completi di salti in briglie e pietrame*

Lungo i versanti del Rilevato Basso Piave dovranno inoltre essere realizzati dei piccoli canali a rittochino, larghi circa 1,20 m e profondi 20-30 cm, presidiati da fascinate vive salice (*Salix sp.pl.*), al fine di captare le acque delle stesse fascinate e scaricarle nei canali principali posti alla base del cumulo.

Eseguito lo scavo e la sagomatura del canale a rittochino verranno realizzate le fascinate di contenimento a presidio delle sponde, con modalità operative analoghe a quelle descritte nel precedente sottoparagrafo.

All'interno del canale saranno posizionate briglie in legname costituite da pali di essenza; a monte dei pali verticali verranno posizionate delle filandre, mentre sia a monte che a valle delle briglie verrà messo in posto materiale lapideo di idonea pezzatura.

Anche la realizzazione dei canali presidiati dovrà avvenire durante il periodo di riposo vegetativo.

4.8.2.7.3 *Inerbimento*

L'inerbimento finale delle superfici previste a verde dovrà essere eseguito mediante idrosemina, con la distribuzione di un'idonea miscela di specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico della Zona di intervento, al fine di garantire il maggior attecchimento e sviluppo vegetativo.

Alle sementi verranno aggiunti:

- concime chimico complesso ternario;
- collanti vegetali e/o sintetici biodegradabili per assicurare l'aderenza del seme e del concime al terreno;
- coltre protettiva (mulch) per la protezione dei semi e del suolo (composto pressato in balle di fibre vegetali di piante seccate e pasta di cellulosa, opportunamente sminuzzate e di lunghezza minima di 2-3 cm, con peso specifico pari a 250 kg/m³).

4.8.2.7.4 *Rete di monitoraggio post-operam*

A conclusione dei lavori, è previsto un programma di monitoraggio delle acque sotterranee allo scopo di:

- verificare nel tempo i livelli piezometrici;
- controllare la qualità delle acque.

La frequenza temporale dei controlli, i parametri e le sostanze da monitorare nel tempo sono descritti nell'elaborato, redatto dalla scrivente, ESE-GM-MON-00-RE-02_A.

4.8.2.8 **Modalità operative**

4.8.2.8.1 *Fasi di lavoro*

Le attività previste nell'ambito degli interventi di messa in sicurezza permanente e recupero ambientale della Zona A1 saranno eseguite per step sequenziali come descritto a seguire.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 162 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Le attività preliminari da eseguire saranno rappresentate da:

- riporti e riprofilature per conformare l'intera area al planovolumetrico di progetto;
- accantieramento;
- rilievo topografico di prima pianta del piano di imposta della copertura multistrato (realizzato per step, sulla base della successione di esecuzione degli abbancamenti/sterri/riprofilature e del capping di chiusura);
- realizzazione della rete piezometrica di controllo post-operam.

La sistemazione della Zona A1 sarà realizzata dapprima con la chiusura delle aree di allocazione (rilevati) e successivamente delle piste adiacenti alle stesse.

Non sarà ammesso il transito dei mezzi d'opera direttamente sopra i geosintetici (geotessili tessuti e non tessuti, teli in HDPE, geocompositi bentonitici) fino all'avvenuta stesura dello strato di materiale naturale sovrastante che ne fornisca un'adeguata protezione (minimo 50 cm di spessore), mentre sarà ammesso il passaggio del personale a piedi.

Operativamente, per la realizzazione del capping di chiusura si dovranno seguire le seguenti indicazioni:

- posa in opera del primo geotessile non tessuto, steso srotolando a mano i teli;
- esecuzione dello strato di drenaggio del biogas, mediante materiale arido trasportato su automezzi a cassone ribaltabile in aree già coperte con il geotessile. In corrispondenza dei rilevati il materiale verrà scaricato sulla sommità degli stessi o, alternativamente, alla loro base qualora non sia possibile accedere alla sommità a causa di pendenze troppo elevate o fondo non praticabile. Il materiale scaricato sarà quindi movimentato da un escavatore o da una pala caricatrice che, operando sempre sopra il deposito, lo distribuirà su un'area più ampia. Il materiale verrà successivamente spianato secondo le caratteristiche di progetto mediante l'utilizzo di un bulldozer;
- esecuzione del pacchetto di impermeabilizzazione, mediante la posa dapprima del geocomposito bentonitico e poi del telo in HDPE (la stesura del geocomposito dovrà avvenire per una fascia di larghezza leggermente superiore a quella dell'HDPE). I teli verranno posati srotolando i rotoli con l'ausilio di un escavatore, che indietreggerà durante la stesura. Il sollevamento dovrà avvenire sostenendo i rotoli mediante un tubo metallico in grado di sopportare il peso (circa 10 quintali), deformandosi con una freccia massima di 75 cm. Per stendere il telo in HDPE senza transitare sul geocomposito già posato, si dovrà mantenere l'escavatore lateralmente al rotolo (dal lato non ancora chiuso);
- posa in opera del secondo geotessile non tessuto, steso srotolando a mano i teli;
- esecuzione dello strato di drenaggio delle acque meteoriche, secondo le stesse modalità descritte per lo strato di drenaggio del biogas;
- posa in opera del geotessile tessuto steso srotolando a mano i teli;
- esecuzione dello strato di copertura (aree di allocazione), secondo le stesse modalità descritte per gli strati di drenaggio del biogas e delle acque meteoriche. In questo caso è prevista anche l'aratura della parte superficiale, per favorire l'attecchimento della vegetazione;

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 163 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

- esecuzione della sovrastruttura stradale (piste), con l'iniziale posa in opera del terreno di riporto, secondo le stesse modalità descritte per gli strati di drenaggio del biogas e delle acque meteoriche, e la successiva realizzazione degli strati sovrastanti.

Per il completamento della chiusura in corrispondenza delle piste adiacenti ai rilevati dovranno essere eseguite le seguenti operazioni:

- posa in opera dello strato di sabbia di allettamento e ripresa dei teli di impermeabilizzazione, con verifica della loro integrità e della stabilità del materasso bentonitico;
- posa in opera del muro in cemento armato, gettato in opera o prefabbricato, di separazione idraulica tra il canale in gabbioni e la pista di servizio;
- realizzazione delle canalizzazioni per la regimazione delle acque meteoriche;
- completamento dello strato di copertura a tergo delle canalizzazioni;
- realizzazione della fondazione e della pavimentazione stradale.

L'ubicazione dell'area di cantiere, da concordare con Syndial, comprenderà:

- le baracche di servizio del personale;
- i macchinari per la preparazione dei teli in HDPE e dei geocompositi bentonitici;
- le aree di stoccaggio dei materiali.

Al termine dei lavori si procederà allo smantellamento del cantiere e alla pulizia dell'area.

4.8.2.8.2 Piano di gestione delle acque

Nella fase transitoria di esecuzione dei lavori di chiusura, prima della realizzazione della rete di regimazione delle acque superficiali, le eventuali precipitazioni potranno infiltrarsi liberamente nel sottosuolo e saranno raccolte dal sistema di emungimento attualmente in opera.

A tal fine, la chiusura della Zona A1 verrà effettuata dapprima in corrispondenza delle aree di allocazione (rilevati), omettendo l'impermeabilizzazione in corrispondenza delle piste, così da permettere la filtrazione nel suolo lungo il perimetro delle aree impermeabilizzate.

La chiusura in corrispondenza delle piste e la conseguente realizzazione della rete di drenaggio superficiale sarà eseguita per step, in relazione all'avanzamento della chiusura delle aree di allocazione.

Al termine di ciascuno step di chiusura delle piste, a monte dei tratti completati dovranno essere mantenuti attivi dei presidi di guardia, in grado di intercettare, per quanto possibile, le eventuali acque di ruscellamento provenienti dai settori di monte non ancora ricoperti, evitandone il deflusso all'interno delle canalizzazioni già realizzate.

Tali presidi saranno attrezzati con dispositivi di aggotamento mobili (pompe), in modo da recapitare le acque meteoriche raccolte direttamente all'impianto di trattamento ITAR, sfruttando gli allacci predisposti nel collettore principale delle acque sotterranee contaminate.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 164 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

Prima del loro invio all'impianto ITAR, già autorizzato al trattamento dei reflui, le acque raccolte saranno fatte decantare in un'apposita vasca di sedimentazione, posizionata all'interno del cantiere in aree di volta in volta ritenute più opportune, suddivisa tramite un diaframma in sedimentatore e decantatore.

La sedimentazione e la decantazione sono operazioni meccaniche mediante le quali vengono separate per gravità particelle insolubili sospese in un liquido, con conseguente formazione di un deposito solido (solitamente fangoso).

Le particelle insolubili più dense si depositano sul fondo e costituiscono il deposito fangoso che viene estratto mediante raschiatura, mentre quelle meno dense salgono in superficie con il flusso della corrente e passano al decantatore dove, grazie a maggiori tempi di stazionamento, possono depositarsi sul fondo.

L'eventuale deposito fangoso, periodicamente recuperato, sarà depositato in Zona A1 e gestito secondo i protocolli in essere.

Successivamente alla sedimentazione, le acque dovranno essere recapitate all'interno del collettore principale interno allo stabilimento, utilizzando i punti di attacco predisposti; sarà onere dell'impresa appaltatrice, su indicazioni della Committente, l'individuazione dei punti di attacco al collettore.

4.8.2.8.3 Viabilità

L'ingresso alla Zona A1 sarà garantito attraverso le rampe di sormonto del setto A1/A2.

Ogni volta che un mezzo d'opera uscirà dall'area di cantiere dovrà essere sottoposto a lavaggio in apposite piazzole, che dovranno essere posizionate in Zona A2, subito a valle delle rampe di sormonto del setto A1/A2.

La definizione della localizzazione planimetrica è rimandata all'impresa appaltatrice, in funzione delle necessità impiantistiche ed alla logistica del cantiere.

Eventualmente, sulla base delle necessità del cantiere, potrà essere installata una piazzola di lavaggio ex-novo.

4.8.2.9 Igiene e criteri di protezione ambientale

L'intervento in esame prevede il trasporto e la movimentazione di terreni contaminati e di terreni puliti e materiali da costruzione.

Il luogo di lavoro si sviluppa interamente su terreni contaminati.

Per quanto concerne l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi e le conseguenti procedure, le attrezzature atte a garantire, per tutta la durata dell'intervento, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori, si rimanda all'adeguamento del Piano di Sicurezza e Coordinamento redatto nel luglio 2008 da Snamprogetti (rif. SPC 01-AS-E- 94008, Rev. 0).

In particolare, durante i lavori sarà condotto il monitoraggio della qualità dell'aria per prevenire l'esposizione dei lavoratori a eventuali inquinanti atmosferici, in forma gassosa o di particolato, che dovessero scaturire dalla movimentazione del terreno, come previsto al p.to 7 del documento Approvazione della caratterizzazione.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 165 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Di seguito si riporta un elenco di precauzioni e modalità operative da adottare durante tutte le fasi dei lavori, al fine di eseguire tutte le attività in sicurezza sia per gli operatori, sia per l'ambiente e la popolazione residente in Zona:

- per evitare la formazione di polveri nelle aree di scavo/abbancamento, i fronti saranno costantemente mantenuti umidi mediante l'utilizzo di idonei irroratori di acqua;
- durante la fase di trasferimento i mezzi d'opera viaggeranno in piste ben definite e periodicamente inumidite, al fine anche di evitare il sollevamento di polveri;
- gli autocarri adibiti al trasporto dei terreni contaminati saranno dotati di cassone chiuso e coperto e non potranno in nessun caso transitare nelle piste in cui è stato completato il capping di chiusura;
- i mezzi adibiti allo scavo e movimentazione dei materiali saranno dotati di cabina chiusa ed opereranno sempre dal piano campagna;
- i mezzi di lavoro stazioneranno continuativamente all'interno del luogo di lavoro; l'uscita dalla Zona A1 sarà consentita solo dalle rampe di sormonto del setto A1/A2 verso la Zona A2, a valle delle quali dovranno essere sottoposti a lavaggio in apposite piazzole.

4.8.3 **Modifica alla strategia di campionamento prevista dal Piano di Monitoraggio Ambientale (Ottobre 2017)**

In corrispondenza di attività nel Rilevato Basso Piave, presso la scarpata rivolta verso la linea ferroviaria ed in prossimità dell'ex cancello di uscita verso il sito di Pian Rocchetta, nel mese di dicembre 2016 si verificarono fenomeni di manifestazioni odorogene che comportarono l'interruzione delle attività per consentire la predisposizione di ulteriori accorgimenti atti a contenere gli impatti odorogeni.

Si precisa che tali manifestazioni, tuttavia, sono sempre risultate configurabili come manifestazioni percepibili esclusivamente a livello olfattivo, dovute alla presenza di alcuni composti naftalenosolfonici, che non creano alcun rischio per la salute umana e l'ambiente, come ben dimostrato dal *sistema di monitoraggio continuo ambientale (aria/ambiente)* implementato durante i lavori, che non ha mai fatto registrare livelli di attenzione, con concentrazioni misurate molto al di sotto dei valori di riferimento per la tutela dei lavoratori e dell'ambiente.

Nel mese di ottobre 2017, ad ulteriore presidio del cantiere in oggetto, è stata definita da parte di Syndial una modifica della strategia di campionamento, al fine di una verifica più immediata degli esiti analitici, durante le varie fasi di lavoro considerate maggiormente a rischio d'esposizione.

Tale modifica è stata presentata alla Commissione di Collaudo e rappresentanti della Provincia di Savona in un incontro svoltosi il 14/12/2017 e ai rappresentanti delle regioni Liguria e Piemonte e delle relative ARPA in un ulteriore incontro svoltosi a Cengio il 13/03/2018.

Il piano di monitoraggio prevede che, dal momento della sua emissione, tutti i monitoraggi saranno effettuati esclusivamente durante le fasi di lavoro che prevedono la movimentazione e l'attività di scavo di terreno o di macerie potenzialmente contaminate. Inoltre tutti gli esiti analitici, rapporto di prova ufficiale, dovranno pervenire a Syndial entro e non oltre il termine temporale prefissato (max 5 giorni lavorativi).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 166 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

4.8.3.1.1 Strategia di campionamento

Postazioni Perimetrali o Esterne

Campionamento da effettuare con l'ausilio di n° 4 postazioni fisse della durata di c.a. 8 ore (es. 08:00 – 17:00), da posizionare nei 4 punti cardinale del cantiere. I composti da ricercare saranno tutti quelli previsti dal set analitico indicato nel "Protocollo per il monitoraggio" emesso da Corvival in data 09/10/2015.

Tali postazioni saranno utilizzati come segue:

- a) Verifica che l'eventuale contaminazione non fuoriesca dal perimetro di cantiere. Nel caso si verifici tale eventualità, si dovrà prontamente intervenire per l'immediata messa in sicurezza dell'area individuata come causa del problema.
- b) Verifica che non ci sia immissione di sostanze volatili da sorgenti esterne. La verifica è necessaria al fine di escludere che dalle sorgenti esterne, sfalsino gli esiti analitici dei monitoraggi legate alle attività in corso presso il cantiere.
- c) Utilizzo delle postazioni come campionatore per il sopravento rispetto le diverse aree di lavoro.

In virtù delle grandi dimensioni delle aree di lavoro e allo scopo di poter monitorare più aree contemporaneamente, sarà considerata di volta in volta quella che risulta sopravento rispetto la direzione del vento.

Postazioni Interne o Aree di lavoro

Durante le attività per cui è previsto il campionamento con l'ausilio di postazioni fisse della durata di almeno 6 ore, che dovranno rappresentare il sottovento per ogni singola area di lavoro.

Per ogni area omogenea sarà svolto un campionamento giornaliero della durata di due settimane. A partire dalla terza settimana e solo dopo la verifica degli esiti analitici fino a quel momento ottenuti, verrà diminuita la frequenza di campionamento. Indicativamente la frequenza ipotizzata è almeno una giornata di campionamento a settimana.

In caso si ravveda la necessità, sarà cura della committente e del CSE decidere di ripristinare la frequenza di campionamento giornaliera. Si precisa inoltre che qualora siano previste delle attività di breve durata, cioè inferiori ai 5 giorni, la restituzione dei dati analitici, dovrà avvenire entro massimo 3 giorni lavorativi. In quanto non ancora disponibili gli esiti analitici e perciò non in grado di intervenire con la necessaria tempestività.

Campionamento portatile PID

Al fine di mantenere sempre il pieno controllo dei parametri di qualità dell'area durante lo svolgimento delle attività, vengono effettuati dei controlli in tempo reale con l'ausilio di questo strumento. Tali controlli dovranno essere svolgi nelle seguenti situazioni:

- Una misura ogni 2 ore.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 167 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- Per attività di breve durata (< 5 giorni), una misura ogni ora.

In caso di particolari problematiche o necessità i set analitici e le frequenze di campionamento potranno essere variate, se preventivamente concordata e autorizzata dal referente di Syndial e approvate dal CSE nominato.

4.8.4 **Risposta alle prescrizioni contenute nel Decreto direttoriale di approvazione prot. 572/STA del 22 dicembre 2017**

Come già anticipato al Par. 4.8.1, a seguito dell'emanazione da parte del MATTM del Decreto direttoriale prot. 572/STA del 22 dicembre 2017 che ha approvato il documento "Aggiornamento del Progetto esecutivo dell'intervento di MISP della Zona A1 - Sistemazione e ripristino ambientale" relativo al SIN di "Cengio e Saliceto", notificato dal Ministero stesso il 2 gennaio 2018 (rif. Nota Prot. 0000039 del 2/01/2018), Syndial S.p.A., con il documento *Nota di riscontro alle prescrizioni di cui al Decreto Direttoriale MATTM Prot. 572/STA del 22.12.2017 – Syndial S.p.A Sin "Cengio e Saliceto"*, Marzo 2018, ha fornito riscontro alle prescrizioni contenute nel citato Decreto, descrivendone le modalità operative di attuazione.

Si riportano nel seguito i contenuti di detto documento, cui si rimanda per una lettura integrale.

... P. 1. "nella fase di cantierizzazione, dovranno essere adottate le misure di contenimento degli odori e delle polveri proposte definendo con gli Enti competenti un valore massimo o un criterio di determinazione della superficie massima di lavorazione per la riprofilatura dei rilevati ..."

Syndial S.p.A. già nelle precedenti fasi di esecuzione lavori ha previsto ed adottato una serie di misure di controllo e contenimento degli odori e delle polveri, già consegnate nell'ambito della documentazione integrativa richiesta con Nota Prot. PM NORD/C/105/17/MT del 16/11/2017 (in riscontro alla Nota del MATTM Prot. 0023565).

Le misure adottate sono state sin dall'inizio definite in modo tale da preservare in modo assoluto i lavoratori da potenziali rischi per la salute, nonché la popolazione circostante anche da emissioni polverose ed odorose.

Alla luce dei fenomeni di manifestazione "odorigena" verificatisi in corrispondenza di attività nel Rilevato Basso Piave (dicembre 2016), presso la scarpata rivolta verso la linea ferroviaria ed in prossimità dell'ex cancello di uscita verso il sito di Pian Rocchetta, sono stati previsti ulteriori accorgimenti atti a contenere gli impatti odorigeni. Si precisa che tali manifestazioni, tuttavia, sono sempre risultate configurabili come manifestazioni percepibili esclusivamente a livello olfattivo, dovute alla presenza di alcuni composti naftalensolfonici, che non creano alcun rischio per la salute umana e l'ambiente, come ben dimostrato dal *sistema di monitoraggio continuo ambientale (aria/ambiente)* implementato durante i lavori, che non ha mai fatto registrare livelli di attenzione, con concentrazioni misurate molto al di sotto dei valori di riferimento per la tutela dei lavoratori e dell'ambiente.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 168 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Si precisa inoltre che il nuovo sistema di monitoraggio e controllo degli odori, recentemente implementato da Syndial (ottobre 2017) ad ulteriore presidio del cantiere in oggetto, è stato presentato alla Commissione di Collaudo e rappresentanti della Provincia di Savona in un incontro svoltosi il 14/12/2017 e ai rappresentanti delle regioni Liguria e Piemonte e delle relative ARPA in un ulteriore incontro svoltosi a Cengio il 13/03 u.s.

Prossimamente sarà inoltre organizzato un ulteriore incontro con gli Enti di competenza per condividere i criteri di definizione della superficie massima di lavorazione per la riprofilatura dei rilevati, tenendo conto che questa potrà essere diversa a seconda del settore di lavorazione e considerato come ormai assodato che il settore ritenuto più problematico in termini di gestione di "odori" risulta essere il rilevato Basso Piave (settore nord-est della Zona A1).

In linea generale, i sistemi di monitoraggio, controllo e gestione della dispersione di polveri, vapori e odori in ambiente che vengono attuati nel cantiere in oggetto (MISP Zona A1) possono essere suddivisi in 2 gruppi:

- 1) Sistemi di monitoraggio dell'aria e delle emissioni odorigene;
- 2) Accorgimenti e procedure operative da adottare nel corso dei lavori di riprofilatura. Nel dettaglio tali gruppi di sistemi risultano così strutturati.

Sistemi di monitoraggio dell'aria e delle emissioni odorigene

✓ Sistema di monitoraggio dell'aria

Il sistema di monitoraggio dell'aria, già citato in premessa, è costituito da:

- stazioni mobili di rilevazione lungo il fronte di lavoro (n. 2 per ogni fronte di scavo);
- n. 4 stazioni fisse perimetrali al confine dello stabilimento (Figura 4-43).

Le stazioni suddette consentono il prelievo di campioni da inviare a laboratori specializzati per le analisi volte a determinare la concentrazione nell'aria di sostanze potenzialmente nocive per la salute. Il sistema è presente fin dall'inizio dei lavori e non si sono avuti finora superamenti dei livelli di attenzione.

✓ Sistema di monitoraggio delle emissioni odorigene

Al fine di monitorare in tempo reale le emissioni di sostanze odorigene legate alla movimentazione di terreno in Zona A1, è stato installato nel 2017 (messo in esercizio nel mese di ottobre 2017) un sistema di rilevatori di odori detti olfattometri (o nasi elettronici) lungo il perimetro dell'area interessata alla movimentazione del terreno in Zona A1 (Figura 4-43). Tecnicamente gli olfattometri (*nasi elettronici*) installati sono dei PID (photoionization detectors). Dato che in questo cantiere col termine PID vengono già comunemente indicati i rilevatori dei componenti volatili organici (o VOC – Volatile Organic Compounds), si è qui preferito chiamare olfattometri i PID da odore per evitare confusioni coi PID da VOC.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 169 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

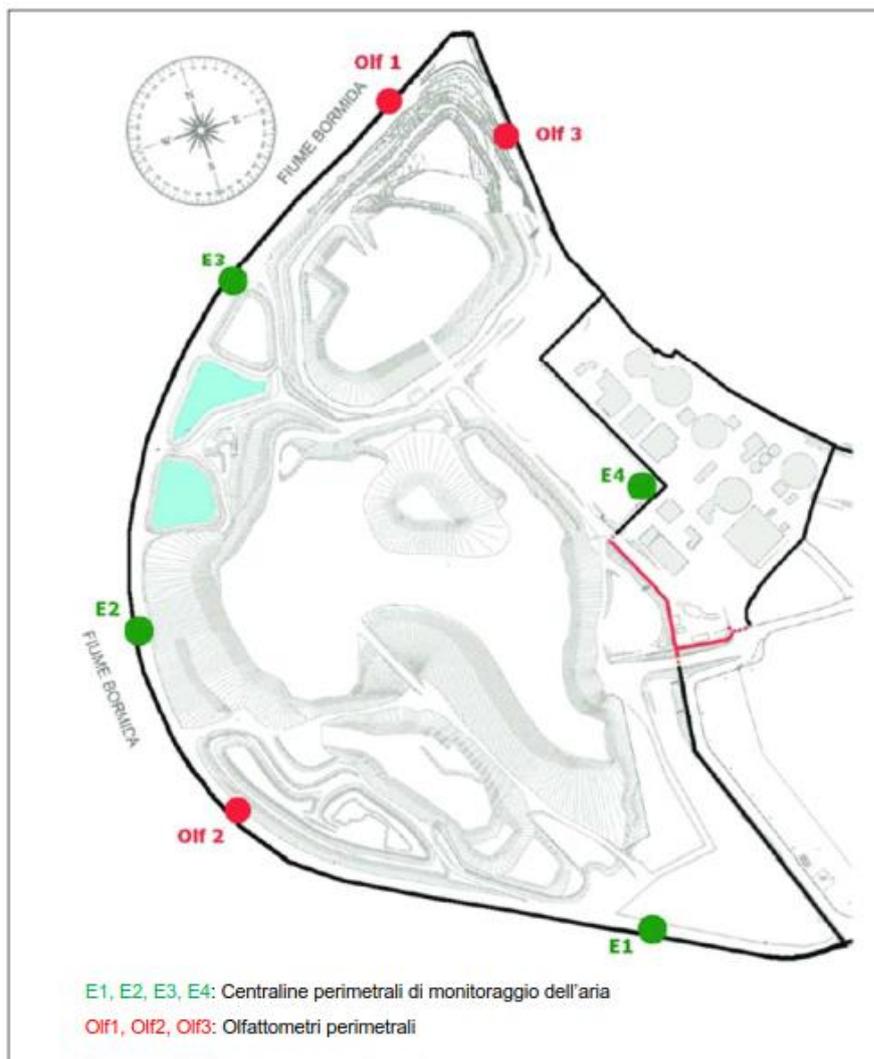


Figura 4-43: Posizionamento centraline di monitoraggio e olfattometri

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 170 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	



Figura 4-44: Posizionamento olfattometri



Figura 4-45: Particolare olfattometro

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 171 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	



Figura 4-46: Centralina di monitoraggio

Durante la fase di scavo e riprofilatura dei materiali abbancati in Zona A1 è stata prevista l'adozione di particolari accorgimenti e misure atti a minimizzare l'emissione di polveri e odori durante le operazioni.

In generale per ciascuna delle sottofasi in cui si articola l'attività di riprofilatura sono state previsti misure ed accorgimenti specifici, di seguito dettagliati.

✓ **Riprofilatura dei rilevati**

[1] Le aree da rimodellare sono suddivise in lotti di dimensioni tali da evitare di creare un fronte di scavo molto esteso (riducendo così la potenziale emissione di odori). Come già accennato, prossimamente sarà comunque organizzato uno specifico incontro con gli Enti di competenza per condividere e consolidare i criteri di definizione della superficie massima di lavorazione per la riprofilatura dei rilevati, in funzione del settore di lavorazione.

[2] Periodicamente, durante la riprofilatura, l'escavatore si allontana momentaneamente dall'area in oggetto per lasciar spazio ad un tecnico di laboratorio il quale, in tempo reale, effettua il monitoraggio con un rilevatore PID dei VOC dispersi nell'aria presso l'area appena rimodellata.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 172 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

[3] A partire da settembre 2017, per abbattere la produzione di polveri e per ridurre ulteriormente l'emissione in atmosfera di sostanze odorigene e/o pericolose, durante le operazioni di riprofilatura è attivo un sistema di cannoni nebulizzatori ad acqua (comunemente detti "fog cannon")



Figura 4-47: riprofilatura con fronti di scavo max 30 m



Figura 4-48: fog cannon

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 173 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

✓ **Irrorazione con prodotto filmante**

In questa fase opera una squadra specializzata che, mediante apposito automezzo, irrori le superfici che sono state interessate alla riprofilatura con una speciale miscela a base di cellulosa (prodotto brevettato, comunemente utilizzato nell'ambito dei lavori in discariche). Tale strumento è completamente ecocompatibile, biodegradabile, non tossico né infiammabile e crea un film protettivo che va a costituire una barriera tra gli attuali materiali e l'atmosfera circostante.



Figura 4-49: prodotto filmante

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 174 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	



Figura 4-50: prodotto filmante (particolare)

✓ Copertura con geomembrana

Come ulteriore operazione, si prevede che il lotto, rimodellato secondo progetto, sia coperto in via provvisoria con una apposita geomembrana di colore verde, prodotta con una tripla spalmatura in polietilene a bassa densità (LDPE) e rinforzata con un'armatura interna in tessuto di polietilene ad alta densità (HDPE), atta a realizzare un'ulteriore difesa da eventuali agenti atmosferici, quali acqua e vento, garantendo così una miglior copertura dell'area appena rimodellata e quindi evitando l'eventuale emissione/dispersione di cattivi odori nell'atmosfera. Tale geomembrana verrà rimossa in fase di stesa degli strati superiori del capping. L'utilizzo di tale geomembrana è previsto nei casi in cui si renda strettamente necessario procedere ad un'ulteriore ricopertura dello strato costituito dal prodotto filmante, o a fronte di emissioni particolarmente intense, e tali da persistere anche successivamente all'applicazione del filmante (situazione che ad oggi non si è mai presentata, in quanto il prodotto, una volta applicato, ha sempre permesso un efficace contenimento delle emissioni), o in caso di condizioni meteo particolarmente avverse e tali da influire sull'applicazione del filmante o sulla permanenza dello stesso se non protetto.

... P. 2. "laddove possibile, si dovrà limitare l'utilizzo della geomembrana temporanea in LDPE ai casi strettamente necessari e privilegiare la parziale composizione del capping definitivo ..."

Come indicato al paragrafo precedente, l'utilizzo della geomembrana temporanea in LDPE (messa in opera per ricoprire l'area scavata) è una delle misure indicate da Syndial per la mitigazione degli eventuali impatti odorigeni, in condizioni particolari.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 175 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Syndial intende operare per macro aree, completando via via (nei limiti operativi) lo strato di capping per le varie sottozone: Basso Piave, Rilevato M, ecc. Si intende inoltre procedere, all'interno della macro area, per settori finiti, andando a stendere in successione i vari strati del capping. L'utilizzo della geomembrana in LDPE, configurabile come opera provvisoria e non facente parte del pacchetto di copertura previsto per il capping multistrato, avverrà solo in condizioni particolari, nelle quali non risulti possibile o sufficiente l'applicazione dei prodotti filmanti.

... **P. 3.** "salvo problematiche legate alla stabilità del capping, il telo in geocomposito dovrà essere posizionato su tutta l'area A1 e non solo in corrispondenza dei Rilevati M, Basso Piave e lungo le scarpate del rilevato 1 e dell'area A1 ..."

La prescrizione non risulta chiara riguardo al geosintetico cui ci si riferisce. Syndial conferma che il progetto prevede il posizionamento del telo in geocomposito bentonitico, avente funzione di barriera idraulica, su tutta l'area interessata dalla posa del "capping". Le prove di resistenza al taglio all'interfaccia dei vari strati di capping condotte in laboratorio geotecnico durante la fase di selezione dei materiali, unite alle verifiche di stabilità delle scarpate svolte in fase di adeguamento progettuale, hanno permesso di individuare i geosintetici di rinforzo più idonei per garantire la stabilità della copertura in corrispondenza delle superfici a maggior acclività dell'area (Rilevati M, Basso Piave e 1). Al fine di assicurare le condizioni di sicurezza in tali rilevati, si prevede, nello specifico, l'introduzione di una geo-stuoia aggrappante (geo-sintetico di rinforzo) in grado di incrementare la resistenza mobilitabile lungo le scarpate più acclivi; nelle altre aree, dove le pendenze sono minori, le condizioni di stabilità del pacchetto multistrato di copertura sono ampiamente verificate senza la necessità di prevedere il ricorso a tali geosintetici di rinforzo.

... **P. 4.** "dovranno essere fornite specifiche tecniche di dettaglio e relativi schemi grafici per meglio illustrare e collaudare le operazioni di chiusura delle cosiddette "zone singolari" ..."

Il progetto presentato contiene già in gran parte le informazioni tecniche richieste. In particolare al paragrafo 4.1.5 della relazione tecnica generale del progetto esecutivo (Doc. 120004-ENG-S-SG-0001_02) sono definite tali zone singolari ed è presente un'apposita Figura grafica relativa a dettagli e particolari costruttivi (Dis. 120004-ENG-D-DA-0015_01).

Dando comunque seguito alla prescrizione, in fase esecutiva, se necessario, saranno predisposte e fornite specifiche tecniche di dettaglio e relativi schemi grafici per meglio illustrare le operazioni di chiusura e collaudo delle cosiddette "zone singolari", andando a dettagliare ed eventualmente integrare o adeguare le soluzioni tipologiche già presenti.

... **P. 5** "dovranno essere stabilite le tempistiche di attuazione delle varie sotto fasi per la riprofilatura e posa del capping ..."

Un cronoprogramma delle attività strutturato in fasi è stato fornito quale parte integrante del progetto esecutivo approvato.

Syndial preparerà con l'Appaltatore e trasmetterà entro breve un nuovo cronoprogramma di maggiore dettaglio, articolato in fasi e sottofasi.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 176 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Il nuovo cronoprogramma, la cui stesura definitiva avverrà a seguito dell'esecuzione di un campo prova per la valutazione operativa delle modalità e delle tempistiche di posa del capping, terrà in considerazione anche gli eventuali impatti sulla tempistica indotti dalle prescrizioni impartite in sede di autorizzazione e discusse nel presente documento e terrà conto dell'iter autorizzativo appena concluso e della nuova data di autorizzazione del progetto esecutivo.

... **P. 6.** "dovranno essere forniti maggiori dettagli circa il periodo di abbancamento dei rifiuti distinti per tipologia e per annualità ..."

Syndial nell'ambito della documentazione integrativa richiesta con Nota Prot. PM NORD/C/105/17/MT del 16/11/2017 (in riscontro alla Nota del MATTM Prot. 0023565) ha trasmesso una sintesi dei dati aggregati relativi al periodo di abbancamento dei rifiuti in Zona A1, distinti per tipologia.

Pertanto, si fa riferimento ai dati già trasmessi, aggiornandoli ed allegandoli di nuovo, con un'ulteriore suddivisione in base alle annualità (rif. Allegato A).

... **P. 7.** "dovranno essere prodotti i dati relativi ai volumi scaricati dall'impianto di depurazione finale per singola annualità nel periodo 2006 2017 ..."

I dati richiesti, suddivisi per annualità, sono già stati consegnati da Syndial nell'ambito della documentazione integrativa richiesta con Nota Prot. PM NORD/C/105/17/MT del 16/11/2017 (in riscontro alla Nota del MATTM Prot. 0023565).

... **P. 8.** "il Piano di sorveglianza e controllo dovrà essere integrato in base a quanto indicato dal Protocollo siglato il 29 novembre 2018 da Syndial SpA, Regione Piemonte, Regione Liguria, ARPA Liguria e ARPA Piemonte ed essere oggetto di periodica revisione in funzione degli esiti dei monitoraggi ..."

Il Piano di Sorveglianza e Controllo già previsto da progetto per i lavori del capping (Doc. 120004-ENG-P-PQ- 0001_00) relativo alla fase di gestione post-operam della Zona A1, a parere di Syndial, non ha attinenza con il Protocollo richiamato dal MATTM, da poco siglato (29/11/2017) e che è relativo al monitoraggio del fiume Bormida. In merito si fa presente che la Zona A1 è una Zona completamente segregata dall'ambiente esterno e dal fiume e che il Protocollo fa riferimento specificatamente al controllo del Fiume Bormida in relazione soprattutto alle acque sotterranee presenti nel sottosuolo dell'area Merlo, che come noto è un'area esterna al sito e di proprietà di terzi dal 2001. Per la realizzazione del capping in area A1 non si riscontrano attività che abbiano alcuna correlazione con il fiume.

... **P. 9.** "il sistema informativo dovrà essere reso disponibile via web agli organi di controllo e dovrà fare riferimento ad una nomenclatura univoca delle zone e relative sottozone ..."

Syndial ha già previsto di rendere disponibile quanto prima agli organi di controllo la banca dati del monitoraggio del sito. Si ribadisce la disponibilità di Syndial a realizzare un sistema di interfaccia

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 177 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

informatico che permetta un caricamento diretto sulla Banca Dati di ARPA di tutti i risultati analitici dei monitoraggi in atto (o futuri) sul sito, come già realizzato in altre realtà (Sito di Pieve Vergonte).

Al momento esiste già una Banca Dati interna su base "Access", che viene regolarmente aggiornata da Syndial con i dati sulle acque via via acquisiti nell'ambito del monitoraggio e che sarà a breve implementata con un GIS. Saranno organizzati a breve uno o più incontri con ARPAL, Provincia e Commissione di Collaudo per definire e condividere la struttura del GIS e le relative modalità di consultazione.

... **P. 10.** "in analogia a quanto previsto dal D.Lgs. n. 36/2003, si dovranno definire "livelli di guardia" per le matrici ambientali monitorate ..."

Presumendo che tale prescrizione si riferisca verosimilmente ai monitoraggi ambientali, si fa presente che nell'ambito del nuovo sistema di rilevazione odori (nasi elettronici), di cui si è già trattato al par. 1, sono definite delle specifiche soglie di attenzione e di allarme, in termini di unità olfattometriche rispetto ai recettori sensibili individuati nell'intorno del sito.

E' stato già stato concordato e definito (nel recente incontro del 13/03 u.s.) l'accesso e la consultazione del sistema di rilevazione e dei dati acquisiti in continuo da parte dei rappresentanti delle Regioni Liguria e Piemonte e delle relative ARPA.

... **P. 11.** "il sistema di monitoraggio delle acque sotterranee dovrà essere significativamente integrato con nuovi pozzi e piezometri, utilizzando il criterio della "tripletta" già sperimentato per l'area A2 ..."

Syndial ottempererà alla prescrizione, che fa riferimento alla fase di post-operam, ossia ai piezometri previsti come monitoraggio dell'area una volta completato il "capping".

Si fa chiaramente riferimento alle triplette già in opera per il monitoraggio della Zona A3 e non della Zona A2 come erroneamente indicato nella prescrizione. Sarà trasmesso ad integrazione un aggiornamento del piano di monitoraggio post-operam, nel quale saranno dettagliati il posizionamento e le caratteristiche dei nuovi piezometri ed in cui si terrà comunque conto delle differenti condizioni idrogeologiche tra la Zona A1 e la Zona A3, nonché delle diverse finalità di intervento nelle due aree.

... **P. 12.** "il Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico Nazionale di ISPRA dovrà valutare le verifiche all'equilibrio limite presentate in funzione della specificità dell'opera e, in particolare, i parametri geotecnici utilizzati lungo le interfacce presenti nel capping e per le varie tipologie dei rifiuti ..."

Verranno prese in esame da Syndial le eventuali osservazioni da parte dell'Ente indicato.

Si precisa che in linea generale non sono state apportate modifiche di rilievo con riferimento alla situazione di cui al progetto di messa in sicurezza iniziale approvato con Decreto del Commissario Delegato, in termini di conformazione delle scarpate, altezza dei rilevati e materiali di copertura, ed in termini di parametri geomeccanici di calcolo; pertanto non sono state introdotte modifiche che abbiano portato a variare le condizioni di stabilità dei rilevati.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 178 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Come già indicato in risposta alla prescrizione n. 3, si ribadisce che sono già state effettuate analisi di stabilità delle scarpate sulla base dei risultati di prove eseguite presso un laboratorio geotecnico per la determinazione delle caratteristiche di attrito lungo le varie interfacce del pacchetto multistrato di capping. In corso d'opera saranno eseguite ulteriori prove di laboratorio geotecnico per valutare le caratteristiche di resistenza al taglio dello strato granulare e dello strato di suolo vegetale, al fine di supportare i valori dei parametri geotecnici adottati nelle verifiche di stabilità globale incluse nel progetto (Doc. 120004-ENG-S-ST-0002).

... **P. 13.** *“dovrà essere attivato un sistema di controllo e monitoraggio della stabilità dei rilevati e del capping ...”*

Syndial segnala che i controlli richiesti sono già previsti nel progetto (cfr. “Piano di gestione post operativa” e “Piano di monitoraggio, sorveglianza e controllo”).

Oltre ai controlli della stabilità dei rilevati e del capping già previsti a progetto, Syndial propone agli Enti anche l'utilizzo di un sistema di controllo tramite interferometria satellitare, eventualmente reso accessibile tramite web. L'adozione di un tale sistema consentirà di monitorare con grande precisione gli spostamenti superficiali nel tempo.

... **P. 14.** *“dovrà essere valutata la possibilità di utilizzo di frazione biostabilizzata del sottovaglio derivante dal trattamento di rifiuti urbani residui in impianti del territorio savonese o ligure, in quota parte, per l'ultimo strato del capping ...”*

Syndial procederà con le valutazioni richieste, anche se ritenute poco percorribili, coinvolgendo per l'individuazione delle possibili forniture l'impresa appaltatrice.

In merito si tenga presente che l'approvvigionamento del terreno vegetale è già in fase molto avanzata (circa il 70% del totale) e che il materiale dovrà comunque rispettare le caratteristiche previste dal progetto.

... **P. 15.** *“dovrà essere valutata la possibilità di recupero di rifiuti come contributo, in quota parte, all'approvvigionamento dei materiali tecnici previsti per le piste e altre opere di ingegneria ...”*

Syndial procederà con le valutazioni richieste, coinvolgendo per l'individuazione delle possibili forniture l'impresa appaltatrice. Il materiale individuato dovrà comunque rispettare le caratteristiche previste dal progetto.

... **P.16.** *“dovranno essere osservate tutte le norme di igiene e sicurezza degli ambienti di lavoro previste dalla normativa in materia ...”*

Syndial comunica che è già prevista una rigorosa applicazione di tutte le norme previste in materia di igiene e sicurezza degli ambienti di lavoro; inoltre le attività di cantiere vengono condotte applicando una serie di istruzioni operative e procedure interne Eni, atte a rendere maggiormente sicura e controllabile l'esecuzione delle attività.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 179 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Le opere vengono svolte in regime di cui al Titolo IV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Come già richiamato, ai fini di un monitoraggio costante delle condizioni di salubrità nelle quali operano gli addetti agli interventi di riprofilatura, Syndial ha adottato una procedura di monitoraggio ambientale dell'aria, con messa in esercizio di n. 2 stazioni mobili sul fronte scavo e n. 4 stazioni fisse perimetrali.

... P. 17. "dovrà essere fatto ricorso alla geogriglia di rinforzo del terreno e alla posa in opera di geotessili e/o di georeti ..."

Syndial comunica che è già previsto dal progetto approvato il ricorso ai materiali indicati, nella formazione del capping multistrato di copertura e nel rinforzo degli strati di terreno.

Riguardo l'utilizzo della geostuoia aggrappante (in alcuni elaborati progettuali indicata come geocomposito di rinforzo o geocomposito aggrappante), l'uso è previsto in corrispondenza delle superfici maggiormente acclivi e tecnicamente non si ritiene sia necessario estenderne l'impiego a tutte le aree interessate dalla formazione del capping (cfr. risposta alla prescrizione n. 3).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 180 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

CHIUSURE SUPERFICIALI IN CORRISPONDENZA DELLE AREE DI ALLOCAZIONE
 CHIUSURA SUPERFICIALE PER SCARPATE 1/3
 Scala 1:25

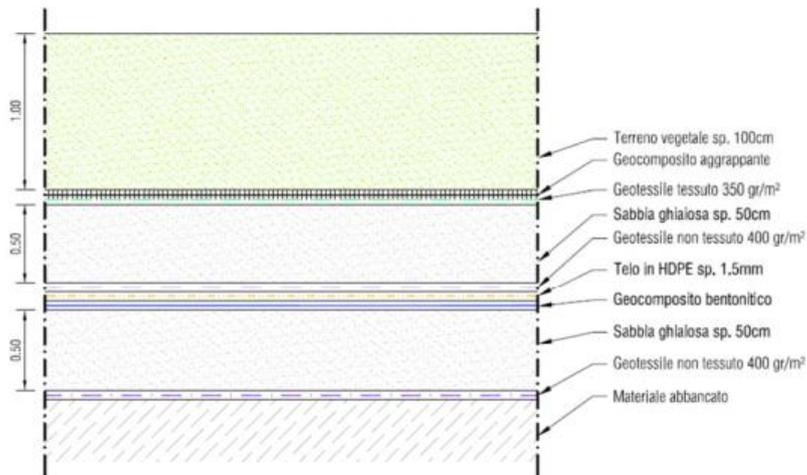


Figura 4-51: Stralcio progettuale relativo alla stratigrafia del pacchetto di copertura tipo in corrispondenza delle aree a maggior acclività – E' presente l'indicazione del geocomposito aggrappante e dei vari strati di geotessili

CHIUSURE SUPERFICIALI IN CORRISPONDENZA DELLE AREE DI ALLOCAZIONE
 CHIUSURA SUPERFICIALE TIPO
 Scala 1:25

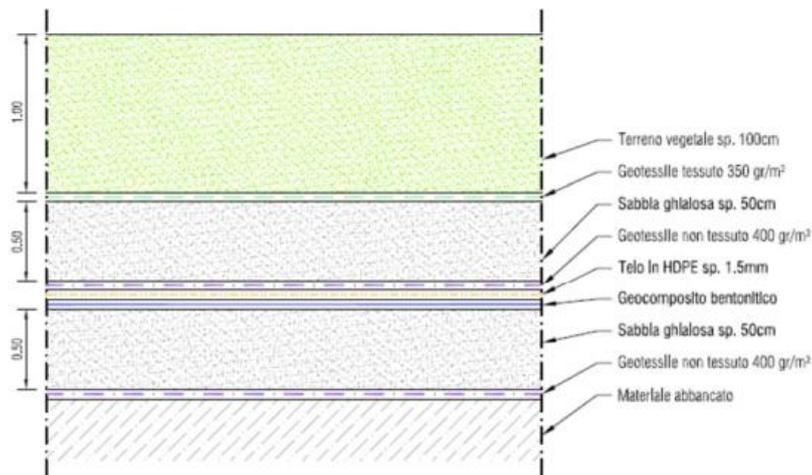


Figura 4-52: Stralcio progettuale relativo alla stratigrafia del pacchetto di copertura tipo in corrispondenza delle aree subpianeggianti di allocazione con finitura a verde - E' presente l'indicazione dei vari strati di geotessili

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 181 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	



Figura 4-53: Predisposizione del primo strato di sabbia ghiaiosa sul materiale abbancato (1)



Figura 4-54: Predisposizione del primo strato di sabbia ghiaiosa sul materiale abbancato (2)

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 182 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

... **P. 18.** *“prima dell’inizio dei lavori si dovrà eseguire almeno una prova di taglio diretto, con determinazione dei valori dei parametri di resistenza di picco e residui di interfaccia, per ciascuna delle interfacce tra il geosintetico e i materiali con cui esso si troverà a contatto. Syndial SpA dovrà dare evidenza dell’accettazione del geotessile in ordine alla rispondenza dei valori dei parametri di resistenza a taglio adeguati a garantire la stabilità del sistema di copertura prima della relativa messa in opera ...”*

Le prove richiamate sono previste dalla specifica di progetto e sono state già eseguite presso un laboratorio geotecnico, durante la fase di accettazione di materiali propedeutica ai lavori (cfr. risposta alla prescrizione n. 3).

... **P. 19.** *“prima di coprire il geocomposito e i geotessili stesi, ogni rotolo dovrà essere controllato per trovare eventuali danneggiamenti dovuti all’installazione. Di tale verifica dovrà essere data preventiva comunicazione agli organi di controllo ed esplicita evidenza negli atti della direzione dei lavori ...”*

Le attività di controllo richiamate sul geocomposito e sui geotessili sono previste dalla specifica di progetto.

Si definirà con gli enti di controllo una modalità operativa per le comunicazioni preventive richieste, concordando tempi e modalità per l’invio delle stesse.

... **P. 20.** *“prima della stesa dei fogli dovrà essere redatto il “diagramma di posa”, in cui saranno indicate sia le dimensioni che la successione di posa dei vari fogli, nonché la successione e la tipologia delle saldature da eseguire in cantiere. Dette attività dovranno essere svolte previa comunicazione agli organi di controllo ...”*

Le modalità di programmazione della posa dei teli richiamate sono già previste dalla specifica di progetto.

Si dovrà definire con gli enti di controllo una modalità operativa per le comunicazioni preventive richieste, concordando tempi e modalità per l’invio delle stesse.

... **P. 21.** *“relativamente alla rete di captazione del biogas, la qualità dei gas eventualmente prodotti dovrà essere tenuta sotto controllo attraverso un adeguato sistema di monitoraggio che preveda la misura dei principali parametri (metano, CO₂, CO, H₂S, ammoniacca, COV, temperatura del gas, temperatura atmosferica, pressione del gas e pressione atmosferica) nelle modalità e tempi da definire con ARPA ...”*

Nell’ambito del progetto, è già previsto un programma di monitoraggio dei *biogas*, in fase post-operativa. Si opererà un’opportuna verifica del programma ed un eventuale aggiornamento dello stesso, con successivo confronto con ARPA per definizione di modalità e tempi.

Inoltre, in Allegato A al già citato documento “Nota di riscontro alle prescrizioni di cui al Decreto Direttoriale MATTM Prot. 572/STA del 22.12.2017 – Syndial S.p.A Sin “Cengio e Saliceto””, Marzo 2018, sono riportati i quantitativi dei materiali abbancati in Zona A1 distinti per tipologia e per annualità; in Allegato B è riportato il quantitativo delle acque sotterranee contaminate emunto dai pozzi nelle Zone A1/ A2 e trattato in ITAR.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 183 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

5. ATTIVITA' DI GESTIONE E CONTROLLO DELLA BONIFICA

Le attività di gestione e controllo della bonifica del sito di Cengio riguardano tutte le prestazioni che fanno capo al "Sistema di Monitoraggio *post-operam* del sito Syndial di Cengio", con cui si intende il progetto di monitoraggio complessivo di tutto il sito, che Syndial ha prodotto e attivato in recepimento della prescrizione di cui al punto 1 dell'Art. 2 del Provvedimento del Commissario Delegato n. 58 del 10 aprile 2008 (Prot. N. 557/2008/UC/VI K) e in conformità alle "Linee Guida per la predisposizione del sistema di monitoraggio quali-quantitativo del sito ex Acna di Cengio" (Provincia di Savona, Maggio 2008) [11].

Il sistema di monitoraggio complessivo è stato definito nel documento tecnico SPC00-BH-E-95444 "Sistema di monitoraggio *post-operam* del sito Syndial di Cengio" (Snamprogetti, 13/06/2008), che è stato poi approvato con nota del Commissario Delegato "prescrizioni di cui al Provvedimento n. 134 del 10/07/2006" (Prot. 249/2009/VIC del 31/03/2009).

L'obbligo per Syndial di completare la realizzazione del sistema di monitoraggio *post-operam* di tutto il sito viene peraltro richiamato anche nella Prescrizione di cui al punto 16 del Provvedimento n. 2010/205 del 15/01/2010 (Atto Dirigenziale della Provincia di Savona per la certificazione dei lavori di bonifica dei lotti 1, 2 e 3 dell'area A2).

Ciò premesso, il sistema di monitoraggio *post-operam* del sito di Cengio è strutturato su quattro sub-sistemi, di cui il principale è rappresentato dal Monitoraggio Idrogeologico ed Idrochimico, al quale si aggiungono il Monitoraggio Meteo-Climatico, il Monitoraggio Pedologico e il Monitoraggio Idrometrico.

L'architettura della rete di monitoraggio è stata quindi progettata per effettuare il controllo e monitoraggio in continuo dei sub-sistemi sopra indicati.

La rete, dato che le attività di bonifica (in Zona A1 è in fase di realizzazione il capping, ultimo step previsto dal progetto) e i relativi iter di certificazione (Zona A1 e Zona A3) non sono stati ancora del tutto completati, potrebbe essere oggetto future integrazioni e/o cambiamenti.

Infatti, ad oggi, le attività di monitoraggio vengono condotte in regime di *post-operam* soltanto nella Zona A2 (la cui bonifica è stata già certificata) e nell'Area Monte Ferrovia.

Nella Zona A4, il monitoraggio *post-operam*, pur essendo stato completato nel dicembre 2016 (in conformità a quanto previsto negli Atti dirigenziali di certificazione della bonifica della Provincia di Savona e della Provincia di Cuneo), è stato riattivato da Syndial nel 2° trimestre 2017 e sarà continuato anche fino a tutto il 2019, sempre con cadenza trimestrale (in linea con quanto comunicato da Syndial con Nota Prot. PM NORD/C/041/17/MT del 10/05/2017 e Nota Prot. PM NORD/C/048/17/MT del 16/05/2017), in ragione dei superamenti osservati nel dicembre 2016 relativamente ad alcuni parametri.

Sono inoltre effettuati con cadenza mensile i campionamenti delle acque superficiali del Fiume Bormida nel tratto di interesse rispetto al sito di Cengio. Il 29/11/2017 è stato sottoscritto da Regione Liguria, Regione Piemonte, Arpa Liguria, Arpa Piemonte e Syndial S.p.A. un "Protocollo di monitoraggio sulla verifica della qualità delle acque del fiume Bormida" che va a costituire un "sottoinsieme del protocollo generale di monitoraggio delle acque sotterranee e superficiali interessate dal SIN ex Acna di Cengio e Saliceto".

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 184 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

In particolare tale protocollo:

- definisce la rete di monitoraggio delle acque superficiali del Bormida (peraltro già attiva da Aprile 2016);
- individua i punti di monitoraggio dell'Area Merlo (ovvero Oltre Ferrovia), già facenti parte della rete di monitoraggio, su cui il campionamento deve avere frequenza quindicinale;
- stabilisce due soglie e tre fasi operative in funzione del superamento delle concentrazioni limite di riferimento del Clorobenzene e dei Diclorobenzeni.

5.1 Monitoraggio Idrogeologico ed Idrochimico

Come condiviso con ARPAL in un incontro del luglio 2016 e a seguito delle richieste di chiarimento esposte dalla stessa ARPAL (Rif. Lettera del 7/06/2016 - Prot. 0015580.07), sono state previste attività sistematiche di elaborazione dei risultati via via ottenuti dal programma di monitoraggio, con stesura e presentazione di report tecnici descrittivi con cadenza semestrale.

Nel seguito si riporta l'elaborazione dei risultati ottenuti nel semestre Gennaio-Giugno 2018, ultima disponibile.

Il monitoraggio idrogeologico e idrochimico viene condotto attraverso misure, campionamenti e analisi chimiche che vengono effettuate con cadenza regolare su una rete di piezometri distribuita su tutta l'area dell'ex sito industriale e sulle aree esterne adiacenti.

La rete piezometrica, rappresentata nella Figura 5 in Allegato 1, comprende attualmente n. 69 piezometri (dei quali n. 23 ubicati in Zona A2/A2bis, n. 23 in Zona Monte Ferrovia/Area Merlo, n. 16 in Zona A3 e n. 7 in Zona A4). Di questi piezometri, n. 47 sono strumentati e collegati al Quadro di controllo centralizzato ITAR per eseguire il monitoraggio in continuo (frequenza massima di acquisizione oraria) del livello piezometrico. Tra questi, n. 9 sono anche equipaggiati per fornire in continuo i parametri chimico-fisici delle acque (sonda multiparametrica).

Ai piezometri sopra indicati vanno poi aggiunti anche quelli presenti in Zona A1, temporaneamente utilizzati solo per il controllo del livello piezometrico (5 dei quali sono strumentati con rilevatore in continuo del livello idrico). Tuttavia, dei 23 piezometri iniziali, solo una decina risultano ancora oggi disponibili per le misure in quanto la maggior parte di questi, in conseguenza dell'avanzamento dei lavori in Zona A1 (riprofilatura dei terreni e realizzazione del capping), sono risultati via via non più agibili.

Da Aprile 2016 è stato inoltre allestito un programma di controllo delle acque superficiali del Fiume Bormida, che prevede misure mensili del livello idrico del fiume (rilevazione topografica) e campionamenti, sempre a cadenza mensile delle acque superficiali, che vengono poi sottoposte ad analisi chimiche di laboratorio (attualmente sono previsti n. 5 punti di prelievo delle acque superficiali). Tale programma è stato poi ulteriormente affinato nell'ambito del "Protocollo di monitoraggio sulla verifica della qualità delle acque del Fiume Bormida" recentemente sottoscritto (29/11/2017) da Syndial S.p.A. e dalla Regione Liguria, Regione Piemonte, Arpa Liguria e Arpa Piemonte.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 185 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

5.1.1 **Monitoraggio idrogeologico e idrochimico POST OPERAM nelle Zone in cui è già stata certificata la bonifica**

5.1.1.1 **Rete di monitoraggio in Zona A2**

Quest'area è rappresentabile come un volume idraulicamente aperto solo in superficie, in quanto è in grado di assorbire una certa quantità di acqua correlata alle pluviometrie del sito e tale da alimentare la falda sub-superficiale, che risulta comunque contenuta all'interno dei confini individuati dal setto di separazione A1/A2, dall'opera di contenimento lato Fiume Bormida e dall'opera per la riduzione delle ingressioni lato monte e Ponte Donegani.

Le attività di monitoraggio in corso sulle Zone A2 e A2bis sono definibili come *post-operam*, poiché già bonificate e certificate.

In merito alle attività di emungimento, monitoraggio e controllo, l'Atto Dirigenziale di certificazione n. 2010/205 del 15/01/2010 prescrive:

- l'obbligo, in capo a Syndial, di mantenere in esercizio continuo l'impianto di emungimento e trattamento depurativo della falda per almeno ulteriori 30 anni (oppure fino all'emanazione di disposizioni diverse in atti successivi da parte della Provincia di Savona); l'impianto dovrà costantemente garantire:
 - che in Zona A2 il livello di soggiacenza della falda sia sempre superiore a 1,2 m dal piano campagna (inteso quale livello medio del 95% UCL e come valore corrispondente al limite di accettabilità del rischio sanitario per il parametro 3-cloro-2-metilanilina, così come risultato dall'Analisi di Rischio Snamprogetti del 2007); si ricorda che tale prescrizione è stata valutata attraverso la revisione dell'Analisi di Rischio di Zona A2 redatta nel dicembre 2016, confermando il livello di soggiacenza superiore a 1,2 m da p.c.;
 - che lo scarico delle acque di falda emunte e successivamente trattate rispetti i limiti previsti dal Provvedimento Dirigenziale 43264 del 24/07/2001 e successive proroghe (compresi gli ulteriori limiti stabiliti nel protocollo tecnico del 31/10/2001 sottoscritto da Provincia, ARPAL e Bormia in Liquidazione).
- l'obbligo, in capo a Syndial, di *mantenere e garantire nel tempo l'efficienza delle misure di sicurezza in sito* (ossia la cinturazione lato valle o muro di contenimento perimetrale, il sistema di emungimento con pozzi e "piping" di collettamento, il sistema di trattamento della falda con impianto (ITAR e poi TAF), la cinturazione lato monte e lato Ponte Donegani e il monitoraggio chimico-freatimetrico della falda stessa) e, conseguentemente, di eseguire eventuali interventi di manutenzione sulle stesse, qualora necessario.

Per quanto riguarda le attività di monitoraggio, inoltre, nello stesso Atto Dirigenziale (2010/205 del 15/01/2010) viene prescritto:

- l'obbligo per Syndial di svolgere (fino a diversa disposizione di Provincia) l'attività di monitoraggio freatimetrico e chimico in sito, sulle acque di falda nei piezometri dell'area A2 (n. 23 piezometri in totale, così come individuati all'allegato 9 dello stesso Atto Dirigenziale) secondo le specifiche tecniche indicate nel "Sistema di monitoraggio post-operam del sito Syndial di Cengio – SPC. 00-BH-E-95444 rev.0" e le

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 186 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

eventuali modifiche concordate con gli enti di controllo e secondo le tempistiche previste dal progetto di bonifica approvato, con provvedimento commissariale n. 134/06, secondo il seguente schema:

- per il primo anno, esecuzione delle analisi chimiche sulla totalità dei parametri contemplati dall'ex D.M. 471/99 (D.Lgs 152/06), oltreché dalla lista aggiuntiva delle sostanze specificate all'allegato 7 dello stesso Atto Dirigenziale;
 - i monitoraggi chimici dovranno essere eseguiti con cadenza trimestrale al variare delle stagioni. Le misure freaticometriche dovranno essere eseguite con sistema di monitoraggio in continuo e trasmissione dei dati rilevati al centro di raccolta;
 - in relazione ai risultati conseguiti, dopo il primo anno, è prevista la possibilità di rideterminare sia le frequenze di controllo che i parametri chimici su cui proseguire le attività di monitoraggio.
- l'obbligo, in capo a Syndial, di completare la realizzazione del Sistema di monitoraggio post-operam del sito Syndial di Cengio, come da SPC. 00-BH-E-95444, rev.0 del 13.06.2008, approvato con nota del Commissario Delegato "Prescrizioni di cui al Provvedimento n. 134 del 10/07/2006" prot. 249/2009/VIC del 31/03/2009.
 - l'obbligo per Syndial, qualora dal previsto monitoraggio si individuassero le condizioni tali da evidenziare danni derivanti dalla contaminazione residua, di rivalutare le nuove condizioni accertate e presentare un nuovo progetto da autorizzarsi, comprensivo di eventuale realizzazione di nuove misure di sicurezza.

Pertanto, sulla base di quanto sopra descritto, oltre alle attività di manutenzione e gestione del sistema di emungimento e trattamento della falda, in Area A2 e A2bis è in corso, già dal 2010, un programma di monitoraggio piezometrico e idrochimico su una rete di n. 23 piezometri (vedi tabella sottostante).

Sigla	Area	Tipo di strumentazione presente	Note
P_1	A2	Livello in automatico	-
P_2	A2	Livello in automatico	-
P_3	A2	Livello in automatico	-
P_4	A2	Livello in automatico	-
P_5	A2bis	Livello in automatico	Ubicato in Area A2bis (area impianto ITAR)
P_6	A2bis	Livello in automatico	Ubicato in Area A2bis (area impianto ITAR)
P_7	A2bis	Livello in automatico	Ubicato in Area A2bis (area impianto ITAR)
P_8	A2	Livello in automatico	-
P_9	A2	Livello in automatico	-
P_10	A2	Livello in automatico	-
P_11	A2bis	Livello in automatico	Ubicato in Area A2bis (area impianto ITAR)
P_12	A2	Livello in automatico	-
P_13	A2	Livello in automatico	-
P_14	A2	Sonda multiparametrica	-
P_15	A2	Livello in automatico	-
P_16	A2	Livello in automatico	-
P_17	A2	Livello in automatico	-
P_18	A2	Livello in automatico	-
P_19	A2	Sonda multiparametrica	-

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 187 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Sigla	Area	Tipo di strumentazione presente	Note
P_20	A2	Livello in automatico	-
P_21	A2	Livello in automatico	-
P_22	A2 (esterno)	Livello in automatico	Posizionato all'esterno di Area A2 (Via Gramsci)
P_24 bis	A2bis	Sonda multiparametrica	Ubicato in Area A2bis (area impianto ITAR)

Tabella 5-1: Rete di monitoraggio Zona A2/A2 bis

Come evidenziato in tabella, tutti i piezometri sono strumentati per il rilievo in automatico e in continuo del livello piezometrico (frequenza max di acquisizione oraria) e collegati al quadro di controllo centralizzato (ITAR) e alla stazione digitale di ricezione dati della Provincia di Savona presente all'interno dello stabilimento ex ACNA. Di questi piezometri, 3 sono in grado di fornire in continuo anche i parametri chimico-fisici (mediante sonda multiparametrica).

A partire da dicembre 2015 fino a settembre 2016, sono state effettuate anche rilevazioni manuali del livello piezometrico o freaticometrico con cadenza settimanale (contestualmente al rilievo del livello idrico dinamico nei pozzi in emungimento) e poi da ottobre 2016 a gennaio 2017 con frequenza quindicinale. Attualmente le stesse rilevazioni freaticometriche manuali vengono eseguite con frequenza mensile. Rilevazioni piezometriche con cadenza mensile sono anche eseguite dai tecnici della Provincia che operano stabilmente all'interno del sito sotto contratto Syndial.

Su tutti i piezometri della rete (23) vengono inoltre eseguiti campionamenti delle acque emunte con *cadenza trimestrale* (Marzo, Giugno, Settembre e Dicembre), in presenza e condivisione con i tecnici di ARPAL e della Provincia di Savona. I campioni sono quindi inviati al laboratorio per le previste determinazioni analitiche. In conformità alla prescrizione di cui all'Atto Dirigenziale di certificazione (2010/205 del 15/01/2010), viene analizzata in laboratorio la totalità dei parametri contemplati dall'ex D.M. 471/99 (D.Lgs 152/06), più tutte le sostanze specificate all'allegato 7 dello stesso Atto Dirigenziale (connesse alle sito-specificità dello stabilimento ex ACNA), per un totale di circa 270 parametri.

5.1.1.2 Rete di monitoraggio in Zona A4

Le attività di monitoraggio in corso sulla Zona A4 sono definibili come *post-operam*, poiché l'area è già stata bonificata e certificata.

La bonifica dell'area è stata certificata tra il 2010 e il 2012, con:

- Atto Dirigenziale della Provincia di Savona n. 2010/9498 del 23/12/2010 di Certificazione ai sensi dell'Art.12 comma 2 del D.M. 471/99;
- Atto Dirigenziale della Provincia di Cuneo n. 141 del 15/03/2012 di Certificazione del completamento di interventi di bonifica della Area A4 – Lotto 4B – Pian Rocchetta ai sensi dell'Art.12, comma 2 del D.M. 471/99.

Entrambi gli atti dirigenziali (sia della Provincia di Savona che di Cuneo) stabiliscono lo svincolo delle aree anche ai fini della destinazione d'uso verde pubblico residenziale.

In merito alle attività di monitoraggio e controllo, i suddetti Atti Dirigenziali di certificazione prescrivono:

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 188 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

- L'obbligo per Syndial di svolgere (fino a diversa disposizione di Provincia) l'attività di monitoraggio freaticometrico e chimico in sito, sulle acque di falda nei piezometri dell'area A4 (7 piezometri, di cui 3 nel lotto ligure e 4 in quello piemontese), secondo le tempistiche previste dal progetto di bonifica approvato, con provvedimento commissariale n. 49/06, secondo il seguente schema:
 - per il primo anno, esecuzione delle analisi chimiche con frequenza trimestrale sulla totalità dei parametri contemplati dall'ex D.M. 471/99 (D.Lgs. 152/06), oltreché dalla lista aggiuntiva delle sostanze specificate all'allegato 7 allo stesso atto dirigenziale di certificazione;
 - in relazione ai risultati conseguiti, dopo il primo anno, potranno essere rideterminate, su richiesta di Syndial, sia le frequenze di controllo che i parametri chimici su cui proseguire le attività di monitoraggio;
 - monitoraggio freaticometrico con cadenza mensile per il primo anno, trimestrale il secondo e semestrale in quelli successivi (per il settore ligure);
 - la frequenza delle operazioni dovrà essere trimestrale per i primi 3 anni, mentre dal quarto anno fino al quinto dovrà essere semestrale (per il settore piemontese);
 - qualora nel corso del monitoraggio, per una durata di 5 anni (a partire dal rilascio della presente atto di certificazione), non si evidenziassero superi dei limiti l'attività di monitoraggio freaticometrico e chimico potrà considerarsi conclusa;
 - qualora invece nel corso del monitoraggio si evidenziassero superi dei limiti, Syndial dovrà rivalutare le condizioni accertate e presentare agli Enti competenti per approvazione un nuovo progetto comprensivo di eventuali misure di sicurezza.
- Tutte le prescrizioni indicate dovranno essere trasmesse ai soggetti che si succederanno nella proprietà dell'area A4.

Pertanto, sulla base di quanto sopra descritto, in Zona A4 (settore ligure e piemontese) è stato attivato sin dal 2009, un programma di monitoraggio piezometrico e idrochimico su una rete di n. 7 piezometri (vedi tabella sottostante).

Su tutti i 7 piezometri della rete sono stati effettuati i campionamenti delle acque dei piezometri con cadenza trimestrale, in presenza e condivisione con i tecnici di ARPAL e della Provincia, con successivo invio dei campioni al laboratorio per le previste determinazioni analitiche che, analogamente alle altre zone interne, riguardano la totalità dei parametri contemplati dall'ex D.M. 471/99 (D.Lgs 152/06), più tutte le sostanze individuate dagli atti ufficiali come specifiche del sito ex ACNA di Cengio, per un totale di circa 270 parametri.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 189 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

Sigla	Area	Tipo di strumentazione presente	Note
PZ 1	A4 (settore Piemonte)	n.n.	-
PZ 2	A4 (settore Piemonte)	n.n.	-
PZ 3	A4 (settore Piemonte)	n.n.	-
PZ 4	A4 (settore Piemonte)	n.n.	-
PZ 5	A4 (settore Liguria)	n.n.	-
PZ 6	A4 (settore Liguria)	n.n.	-
PZ 7	A4 (settore Liguria)	n.n.	-

Tabella 5-2: Rete di monitoraggio Zona A4

In relazione alle date di completamento della bonifica e dell'emissione dei relativi atti dirigenziali di certificazione, nonché alle prescrizioni in essi contenute, il monitoraggio *post-operam* in Zona A4 sarebbe già stato completato a Dicembre 2015 per la parte ligure (Provincia di Savona) ed a Dicembre 2016 per i piezometri ubicati nel settore di competenza della Regione Piemonte (Provincia di Cuneo).

Tuttavia, a seguito del riscontro del superamento delle rispettive CSC per 3 parametri di monitoraggio (1,1,2,2-Tetracloroetano nel PZ1 e o-Nitroclorobenzene e 1,4-Diclorobenzene nel PZ2) relativamente alla sola campagna di Dicembre 2016, Syndial nel 2° trimestre 2017 ha riattivato, in accordo con gli Enti di controllo, il monitoraggio su tutti 7 i punti della rete di Zona A4, che sarà protratto almeno fino a tutto il 2019, sempre con cadenza trimestrale (così come comunicato con Nota Prot. PM NORD/C/041/17/MT del 10/05/2017 e Nota Prot. PM NORD/C/048/17/MT del 16/05/2017).

5.1.1.3 Rete di monitoraggio in Zona Monte Ferrovia/Area Merlo

L'Area Monte Ferrovia (che ingloba anche la c.d. "Area Merlo", ossia un'area privata ceduta a terzi da Syndial nel 2001) corrisponde alla stretta fascia di terreno compresa tra il perimetro di monte dello stabilimento (confine nord-orientale) e la ferrovia Torino-Savona.

Le attività di monitoraggio in corso su tale area sono pertanto strettamente connesse con le attività di bonifica effettuate all'interno dell'ex insediamento industriale e i relativi controlli sono quindi anch'essi ascrivibili al programma di monitoraggio *post-operam*.

Già da diversi anni (prima del 2008), nella zona a monte della ferrovia Savona-Torino sono stati installati alcuni piezometri (8 in totale) che erano già stati all'epoca attrezzati con sensori per il monitoraggio in continuo del livello piezometrico. Contestualmente ai piezometri della Zona A2, anche questi piezometri sono stati successivamente interfacciati al quadro di controllo centralizzato (ITAR) e alla stazione digitale di ricezione dati della Provincia di Savona.

In data 5 Aprile 2013 Syndial, con Lettera PROG 42/LV/2013, ha trasmesso una nota riassuntiva dei risultati del monitoraggio *post-operam* 2012-2013 ("Nota sui risultati dei monitoraggi *post-operam* nelle aree esterne lato Monte Ferrovia e Ponte Donegani – Campagna di Nov. 2012 e Feb. 2013" – URS aprile 2013), contenente la disamina dei dati di monitoraggio eseguiti con evidenza di eccedenze ai limiti normativi e una prima proposta di indagini integrative da effettuare sul lato Monte Ferrovia (Area Merlo) per l'approfondimento dell'area (rilievo plano-altimetrico, perforazione e installazione di nuovi piezometri e

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 190 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

indagini geofisiche). Per impossibilità di accedere all'area, non è stato possibile effettuare immediatamente le suddette indagini.

Nel marzo 2016, nell'ambito del programma di indagini integrative sopra indicato, definito in accordo con la Provincia di Savona, sono stati realizzati ulteriori 10 nuovi piezometri, che sono stati poi anch'essi inseriti nell'attuale programma di monitoraggio; di recente (2017), sono stati infine aggiunti ulteriori 5 piezometri posti sia a monte (FPZ5N e FPZ6N) che a valle della ferrovia (FPZ13N, FPZ14N e PPZ15N). Da Giugno 2017, infine, il piezometro FPZ3N, risultato danneggiato a seguito di un dissesto franoso nel novembre 2016, è stato definitivamente sostituito dal nuovo piezometro FPZ3Nbis.

In tali condizioni, nella Zona Monte Ferrovia è in corso (attivato già dal 2009-2010) un programma di monitoraggio piezometrico e idrochimico su una rete di n.8 piezometri, successivamente ampliata a n23 piezometri (vedi tabella sottostante).

Sigla	Area	Tipo di strumentazione presente	Note
FPZ 1.9	Area Merlo	Livello in automatico	-
FPZ 2.9	Area Merlo	Livello in automatico	-
FPZ 3.9	Area Merlo	Livello in automatico	-
FPZ 6.9	Area Merlo	Livello in automatico	-
FPZ 10.9	Area Merlo	Livello in automatico	-
FPZ 12.9	Monte Ferrovia	Livello in automatico	-
AGP 104.9	Monte Ferrovia	Livello in automatico	-
AGP 105.9	Monte Ferrovia	Livello in automatico	-
FPZ1N	Area Merlo	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (marzo 2016)
FPZ2N	Area Merlo	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (marzo 2016)
FPZ3Nbis	Area Merlo	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (29-30 maggio 2017), a sostituzione del FPZ3N che era stato installato nel marzo 2016, ma poi non risultato più accessibile a seguito di una frana verificatasi nel novembre 2016
FPZ4N	Area Merlo	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (marzo 2016)
FPZ5N	Area Merlo	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (luglio 2017)
FPZ6N	Area Merlo	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (luglio 2017)
FPZ7N	Area Merlo	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (marzo 2016)

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 191 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

Sigla	Area	Tipo di strumentazione presente	Note
FPZ8N	Area Merlo	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (marzo 2016)
FPZ9N	Area Merlo	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (marzo 2016)
FPZ10N	Area a valle del rilevato ferroviario (settore Basso Piave)	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (marzo 2016)
FPZ11N	Area a valle del rilevato ferroviario (settore Basso Piave)	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (marzo 2016)
FPZ12N	Area a valle del rilevato ferroviario (settore Basso Piave)	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (marzo 2016)
FPZ13N	Area a valle del rilevato ferroviario (settore Basso Piave)	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (ottobre 2017)
FPZ14N	Area a valle del rilevato ferroviario (settore Basso Piave)	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (ottobre 2017)
FPZ15N	Area a valle del rilevato ferroviario (settore Basso Piave)	n.n.	Piezometro di nuova realizzazione (ottobre 2017)

Tabella 5-3: Rete di monitoraggio Area Monte Ferrovia

Come evidenziato in tabella, solo i piezometri più vecchi (n. 8) sono strumentati per il rilievo in automatico e in continuo del livello piezometrico (frequenza max di acquisizione oraria), anch'essi collegati al quadro di controllo (ITAR) e alla stazione digitale della Provincia di Savona interna allo stabilimento.

A partire da aprile 2016, sono state effettuate anche rilevazioni manuali del livello freaticometrico con cadenza mensile o anche quindicinale. Attualmente, dopo l'attivazione delle Misure di Prevenzione in Area Merlo, ossia a partire dal 27 febbraio 2017 le stesse rilevazioni freaticometriche manuali sono eseguite con frequenza giornaliera nei piezometri ricadenti in Area Merlo.

Su tutti i piezometri della rete del settore Area Merlo/Monte Ferrovia vengono inoltre eseguiti campionamenti sistematici e periodici delle acque, in presenza e condivisione con i tecnici di ARPAL e della Provincia di Savona, con successivo invio dei campioni al laboratorio per le previste determinazioni analitiche.

Inizialmente, i campionamenti sono stati eseguiti con cadenza bimestrale (Gennaio, Marzo, Maggio, Luglio, Settembre e Novembre), dapprima su una rete di 8 punti (dal 2009-2010) e successivamente (a partire da maggio 2016) su una rete di 18 piezometri, poi ampliati a 23.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 192 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Da Marzo 2017, in concomitanza con ulteriori approfondimenti sul quadro idrogeologico dell'area e con l'attivazione di Misure di Prevenzione (MIPRE) presso l'Area Merlo, sono state intensificate le campagne di campionamento idrochimico, portando a "mensile" la frequenza del campionamento in tutti i punti oggi attivi nel settore Area Merlo/Monte Ferrovia (n. 23) e a "quindicinale" la frequenza del campionamento dei piezometri principali dell'Area Merlo, ossia quelli di interesse per le attività di MIPRE (n. 10 punti attualmente).

I campioni prelevati sono quindi inviati al laboratorio per le previste determinazioni analitiche, che anche in questo caso (analogamente alla Zona A2) riguardano la totalità dei parametri contemplati dall'ex D.M. 471/99 (D.Lgs 152/06), più tutte le sostanze specificate all'allegato 7 dell'Atto Dirigenziale di certificazione (2010/205 del 15/01/2010), per un totale di circa 270 parametri.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 193 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

5.1.2 **Monitoraggio idrogeologico e idrochimico di controllo nelle Zone in cui non è ancora stata certificata la bonifica**

5.1.2.1 **Rete di monitoraggio in Zona A3**

La Zona A3 è già stata oggetto di bonifica ma, nonostante i lavori di bonifica siano stati regolarmente completati (2012), il relativo iter di certificazione non si è ancora concluso.

Proprio con l'obiettivo di completare tale iter, sono stati di recente completati indagini e studi di approfondimento, in accordo con la Commissione di Collaudo. Ad integrazione e completamento degli studi sopra accennati, come richiesto dalla Commissione di Collaudo, è stata recentemente completata una Analisi di Rischio sanitario (AdR) e la progettazione esecutiva dell'intervento di ripristino degli argini sormontabili sul F. Bormida (che erano stati realizzati nell'ambito dei lavori di bonifica della stessa Zona A3 in recepimento di una prescrizione commissariale e che avevano ceduto nel corso della piena del novembre 2011), danneggiati a seguito di eventi alluvionali.

I lavori di bonifica (che hanno interessato sia l'area di proprietà Syndial che le aree del demanio o pubbliche), come detto già completati, sono stati eseguiti tra il 2008 e il 2012.

Sulla base di quanto sopra, le attività di monitoraggio in corso sull'Area A3 non sono propriamente definibili al momento come *post-operam*, ma come attività di monitoraggio propedeutico all'ottenimento della certificazione della bonifica.

Come indicato nel documento tecnico SPC.00-BH-E-95444 (Snamprogetti, 13/06/2008), lo scopo principale del monitoraggio in Zona A3 è la verifica della tenuta idraulica del muro di contenimento lato Fiume Bormida¹². In tal senso, la dislocazione dei punti di misura delle piezometrie e di controllo dei parametri idrochimici dell'acquifero è stata configurata in modo tale da avere un significativo numero di punti di rilevamento in continuo della piezometria e qualità dell'acquifero sub-superficiale in Zona A3 (immediatamente a valle del muro di contenimento) contestualmente ad altri punti di controllo in posizione interna e prospicienti allo stesso muro di cinta, sia in Zona A1 che A2 (così come in corrispondenza della congiunzione tra il setto di separazione A1/A2).

Nella Zona A3, sulla base di quanto richiesto dagli Enti e di quanto stabilito nel Protocollo di monitoraggio *post-operam* approvato (SPC. 00-BH-E-95444 - Snamprogetti, 13/06/2008) a sua volta redatto in conformità alle "Linee Guida per la predisposizione del sistema di monitoraggio quali-quantitativo del sito ex Acna di Cengio" (Provincia di Savona, Maggio 2008), furono inizialmente realizzati n. 3 piezometri (P_31bis, P_32 e P_19bis).

Successivamente la rete di monitoraggio fu integrata con la realizzazione di ulteriori n. 5 piezometri, realizzati unitamente alla perforazione di sondaggi nel materiale di riporto costituente la scogliera,

¹² Lungo il perimetro dello stabilimento ex ACNA in fregio all'alveo del Fiume Bormida è stato realizzato (lavori completati nel 2005) un sistema di contenimento, consistente in un muro e un diaframma plastico immorsato nel corpo marnoso praticamente impermeabile di base, per una lunghezza totale di 2.500 m (opere arginali). Successivamente è stato realizzato (lavori completati nel 2007), con analoghe metodologie costruttive delle opere arginali, un setto di confinamento interno della Area A1 e di separazione rispetto alla Area A2, della lunghezza complessiva di 915 m. Le misure di sicurezza e i lavori di confinamento del sito sono stati infine completati (nel 2009) con la cinturazione (mediante tecnologia jet-grouting) del lato monte e del lato Ponte Donegani (opera per la riduzione delle ingressioni).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 194 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

immediatamente a valle dell'opera di contenimento arginale, secondo quanto previsto nel documento "Nota Tecnica descrittiva delle indagini da eseguire in Area A3 finalizzate alla verifica dell'idoneità dei terreni di rinterro" (Rev_1, Luglio 2014).

Infine, a sostituzione dei precedenti, tra luglio ed ottobre 2014, furono perforati e installati n. 8 gruppi di piezometri (disposti in 8 "triplette", per un totale di 24 piezometri) in configurazione definitiva. La perforazione e la realizzazione di questi piezometri (completata ad ottobre 2014) fu eseguita in corrispondenza dei punti già prestabiliti e condivisi con gli Enti e in linea con quanto indicato nella "Nota tecnica per la realizzazione di sondaggi geognostici e n° 8 piezometri in Area A3 per il sistema di monitoraggio *post-operam* del sito di Cengio" (URS, Rev. 5 – Aprile 2014), dove erano definite le modalità di realizzazione degli stessi piezometri e le modalità di indagine delle condizioni dell'ammasso marnoso in Zona A3.

Tali piezometri sono stati distinti dai preesistenti mediante l'aggiunta della lettera N dopo la sigla identificativa e, come detto, sono stati organizzati in "triplette". Essi sono stati previsti con la finalità di poter disporre, nella stessa posizione, di una misura e di un controllo selettivo dei parametri chimico-fisici sia all'interno dell'ammasso marnoso di base, che entro lo strato di materiale di riporto soprastante.

Ciascuna delle 8 triplette di piezometri (vedi tabella sottostante) pertanto risponde al seguente schema:

- Piezometro da 4 pollici installato in marna fino alla base del diaframma plastico, distinto con il suffisso A (es. P_35 N_A), e fenestrato solamente per un metro a cavallo della quota di base del diaframma stesso.
- Piezometro da 4 pollici installato nel riporto, distinto con il suffisso B (es. P_35 N_B), fenestrato nella parte satura per circa 2/3 m;
- Piezometro da 2 pollici installato nel riporto, distinto con il suffisso C (es. P_35 N_C), anch'esso fenestrato nella parte satura per circa 2/3 m, utilizzabile solo per le misure freaticometriche.

Sigla	Area	Tipo di strumentazione presente	Note
P_19 bis N_A	A3	Sonda multiparametrica	Sonda spostata da vecchio P_19 bis a nuovo P_19 bis N_A (in fase di collegamento)
P_19 bis N_B	A3	Sonda multiparametrica	Installata nuova sonda multiparametrica (in fase di collegamento)
P_19 bis N_C	A3	n.n.	<i>Piezometro (2") di scorta</i>
P_31 bis N_A	A3	Sonda multiparametrica	Sonda spostata da vecchio P_31 bis a nuovo P_31 bis N_A (in fase di collegamento)
P_31 bis N_B	A3	Sonda multiparametrica	Installata nuova sonda multiparametrica (in fase di collegamento)
P_31 bis N_C	A3	n.n.	<i>Piezometro (2") di scorta</i>
P_32 N_A	A3	Sonda multiparametrica	Non presente nel vecchio P_32 e quindi installata "ex novo" nel P_32 N_A (in fase di collegamento)
P_32 N_B	A3	Sonda multiparametrica	Installata nuova sonda multiparametrica (in fase di collegamento)
P_32 N_C	A3	n.n.	<i>Piezometro (2") di scorta</i>
P_33 N_A	A3	Livello in automatico	In fase di collegamento
P_33 N_B	A3	Livello in automatico	In fase di collegamento

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 195 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

Sigla	Area	Tipo di strumentazione presente	Note
P_33 N_C	A3	n.n.	Piezometro (2") di scorta
P_34 N_A	A3	Livello in automatico	In fase di collegamento
P_34 N_B	A3	Livello in automatico	In fase di collegamento
P_34 N_C	A3	n.n.	Piezometro (2") di scorta
P_35 N_A	A3	Livello in automatico	In fase di collegamento
P_35 N_B	A3	Livello in automatico	In fase di collegamento
P_35 N_C	A3	n.n.	Piezometro (2") di scorta
P_36 N_A	A3	Livello in automatico	In fase di collegamento
P_36 N_B	A3	Livello in automatico	In fase di collegamento
P_36 N_C	A3	n.n.	Piezometro (2") di scorta
P_37 N_A	A3	Livello in automatico	In fase di collegamento
P_37 N_B	A3	Livello in automatico	In fase di collegamento
P_37 N_C	A3	n.n.	Piezometro (2") di scorta

Tabella 5-4: Rete di monitoraggio Zona A3

Come evidenziato in tabella, ci sono 16 piezometri strumentati per il rilievo in automatico e in continuo del livello piezometrico (frequenza massima di acquisizione oraria), di cui n. 6 sono in grado di fornire in continuo anche i parametri chimico-fisici (mediante sonda multiparametrica). Sono state di recente completate le operazioni di interfacciamento della strumentazione al quadro di controllo centralizzato (ITAR) e alla stazione digitale di ricezione dati della Provincia di Savona presente all'interno dello stabilimento ex ACNA.

A partire dal dicembre 2015 vengono effettuate anche rilevazioni manuali del livello piezometrico. Attualmente tali misure sono eseguite con cadenza mensile, mentre nel periodo da dicembre 2015 a settembre 2016 sono state effettuate con frequenza maggiore (settimanale) e nei mesi di ottobre e novembre 2016 con frequenza quindicinale.

In particolare, rilevando il livello delle acque sotterranee nei piezometri di Zona A3 (e zone interne A1/A2), in concomitanza del pelo libero del Bormida, è stato possibile apprezzare come il pelo libero del Bormida è posto prevalentemente ad una quota superiore a quella osservata in falda dall'altro lato del rilevato arginale, ovvero nelle limitrofe zone A1 e A2.

Su tutti i piezometri della rete di Zona A3 (16 in totale, con l'esclusione degli 8 piezometri da 2", identificati con il suffisso C) vengono inoltre eseguiti campionamenti delle acque con cadenza mensile, in presenza e condivisione con i tecnici di ARPAL e della Provincia di Savona. I campioni prelevati sono quindi inviati al laboratorio per le previste determinazioni analitiche, che anche in questo caso (analogamente alle altre zone interne) riguardano la totalità dei parametri contemplati dall'ex D.M. 471/99 (D.Lgs. 152/06), più tutte le sostanze individuate dagli atti ufficiali come specifiche del sito ex ACNA di Cengio, per un totale di circa 270 parametri.

5.1.2.2 Rete di monitoraggio in Zona A1

Come già descritto in altra parte, nell'area è in corso la realizzazione dell'Intervento di "capping", quale ultima fase della Messa In Sicurezza Permanente (MISP) di tutta l'area, così come autorizzato con

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 196 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Provvedimento del Commissario Delegato n. 81 del 27 aprile 2006 "Progetto di messa in sicurezza permanente della Area A1 – Autorizzazione" (Prot. 443/2006/UC/VIB).

Tale decreto, in riferimento al monitoraggio e gestione post-operativa dell'intervento, prescrive a carico di Syndial (al punto 21) di predisporre (ad integrazione della documentazione progettuale) e di presentare:

- un piano di gestione post-operativa, con l'eventuale documentazione cartografica allegata, che descriva nel dettaglio le manutenzioni da effettuare, per un periodo almeno trentennale, relativamente a: recinzione e cancelli di accesso, rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche, viabilità interna, sistema di drenaggio delle acque sotterranee contaminate, rete di captazione, adduzione, riutilizzo e/o combustione delle emissioni gassose, sistema di impermeabilizzazione superficiale, copertura vegetale e relativa manutenzione, pozzi e relativa attrezzatura di campionamento delle acque sotterranee, modalità e frequenza di asportazione delle acque sotterranee contaminate, garantendo comunque il mantenimento dello stesso al livello minimo possibile;
- un piano di monitoraggio, sorveglianza e controllo, con eventuale documentazione cartografica allegata, articolato in modo tale da coprire la durata dei lavori previsti a progetto e un periodo successivo almeno trentennale, relativamente a: acque sotterranee, acque emunte, acque di drenaggio superficiale, emissioni gassose, qualità dell'aria, parametri meteorologici, stato delle opere di isolamento (opere di contenimento e drenaggio, capping, ecc.), morfologia delle piste e dei rilevati (a mezzo di rilevazione topografica semestrale), sezioni impiantistiche (verificando che le stesse assolvano alle funzioni per le quali sono progettate, in tutte le condizioni operative previste), l'accesso ai principali dati di funzionamento nonché ai risultati delle campagne di monitoraggio.

Sulla base di quanto sopra e considerando che l'intervento di MISP della Zona A1 è ancora in corso, attualmente è previsto nell'area il solo monitoraggio piezometrico, finalizzato a tenere sotto controllo i carichi piezometrici soprattutto in prossimità delle opere di confinamento (muro di cinta lato Bormida e setto di separazione A1/A2).

Una volta completato l'intervento di MISP (previsto entro il 2021) sarà invece attuato il monitoraggio *post-operam* vero e proprio e, allo scopo, saranno installati 9 nuovi piezometri, tutti strumentati per la rilevazione in automatico del livello idrico, di cui 3 da equipaggiare anche con sonda multiparametrica. Si prevede inoltre il sopralzo fino al nuovo piano campagna di n.5 dei piezometri attualmente in opera; qualora questi non fossero utilizzabili per via dell'interferenza con la viabilità definitiva, si provvederà alla loro sostituzione mediante l'esecuzione di un numero analogo di nuovi piezometri.

Pertanto, la rete attuale della Zona A1 è composta di 23 piezometri (vedi tabella sottostante), come detto temporaneamente utilizzati solo per il controllo del livello piezometrico (di cui 5 sono strumentati con rilevatore in continuo del livello idrico). Attualmente, di tali piezometri, solo 14 risultano accessibili per le misure, in quanto 9 di questi come naturale conseguenza dell'avanzamento dei lavori in Zona A1 (riprofilatura dei terreni e realizzazione del capping) sono risultati via via non più agibili.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 197 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Sigla	Area	Tipo di strumentazione presente	Note
BP.P.520.2	A1 (muro di cinta)	Livello in automatico	Dati scaricabili direttamente sul posto tramite PC
A.P.540.2	A1 (muro di cinta)	Livello in automatico	Dati scaricabili direttamente sul posto tramite PC
BP510.2	A1 (muro di cinta)	Livello in automatico	Dati scaricabili direttamente sul posto tramite PC
C.P.530.2	A1 (muro di cinta)	Livello in automatico	Dati scaricabili direttamente sul posto tramite PC
A.P.520.2	A1 (muro di cinta)	Livello in automatico	Dati scaricabili direttamente sul posto tramite PC (<i>ma attualmente non più accessibile per le misure</i>)
BP.P.3.1	A1 (muro di cinta)	n.n.	-
BP.P.530.2	A1 (muro di cinta)	n.n.	<i>Attualmente non più accessibile per le misure</i>
A.P.510.2	A1 (muro di cinta)	n.n.	<i>Attualmente non più accessibile per le misure</i>
A.P.530.2	A1 (muro di cinta)	n.n.	<i>Attualmente non più accessibile per le misure</i>
A.P.550.2	A1 (muro di cinta)	n.n.	-
BP 40.2	A1 (muro di cinta)	n.n.	<i>Attualmente non più accessibile per le misure</i>
C.P.510.2	A1 (muro di cinta)	n.n.	-
C.P.520.2	A1 (muro di cinta)	n.n.	<i>Attualmente non più accessibile per le misure</i>
PZ_1.1_MISP A1	A1 (interna)	n.n.	Piezometro realizzato nel marzo 2016
PZ_1.2_MISP A1	A1 (interna)	n.n.	Piezometro realizzato nel marzo 2016
PZ_2.1_MISP A1	A1 (interna)	n.n.	Piezometro realizzato nel marzo 2016
PZ_2.2_MISP A1	A1 (interna)	n.n.	Piezometro realizzato nel marzo 2016
PZ_3.1_MISP A1	A1 (interna)	n.n.	<i>Piezometro realizzato nel marzo 2016, attualmente non più accessibile per le misure</i>
PZ_3.2_MISP A1	A1 (interna)	n.n.	Piezometro di recente realizzazione (marzo 2016)
PZ_4.1_MISP A1	A1 (setto A1/A2)	n.n.	Piezometro di recente realizzazione (marzo 2016)
PZ_4.2_MISP A1	A1 (setto A1/A2)	n.n.	Piezometro di recente realizzazione (marzo 2016)
PZ_4.3_MISP A1	A1 (setto A1/A2)	n.n.	Piezometro realizzato nel marzo 2016, <i>attualmente non più accessibile per le misure</i>
PZ_4.4_MISP A1	A1 (setto A1/A2)	n.n.	Piezometro realizzato nel marzo 2016, <i>attualmente non più accessibile per le misure</i>

Tabella 5-5: Rete di monitoraggio Zona A1

In Zona A1, pertanto, non sono al momento eseguiti monitoraggi qualitativi delle acque, ma si effettuano temporaneamente solo rilevazioni piezometriche (in automatico su alcuni piezometri posti in prossimità del muro di contenimento lato Bormida e manualmente su tutti i piezometri con cadenza mensile).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 198 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

5.1.3 **Modalità di esecuzione delle misure e dei campionamenti**

Come già descritto per ciascuna delle aree, esiste una rete di piezometri sulla quale vengono costantemente eseguite rilevazioni piezometriche o freatiche.

La finalità è quella di avere un monitoraggio costante delle condizioni idrauliche e piezometriche del sito, con particolare riferimento a:

- quota piezometrica e battente idrico nelle zone interne (Zona A2-A2bis);
- tenuta idraulica delle opere di sbarramento o confinamento idraulico del sito (rapporti idraulici esistenti tra zone interne ed esterne alla cinturazione).

N 31 piezometri della rete (di cui 23 in Zona A2, 8 in Area Monte Ferrovia) sono strumentati per eseguire il monitoraggio in continuo (frequenza max di acquisizione oraria) del livello piezometrico e collegati al Quadro di controllo centralizzato ITAR e alla stazione digitale di ricezione dati della Provincia di Savona presente all'interno dello stabilimento ex ACNA. Altri 16 piezometri strumentati sono inoltre presenti in Zona A3.

Unitamente ai controlli piezometrici in automatico, allo stato attuale vengono inoltre eseguite rilevazioni manuali del livello freatico con cadenza regolare:

- cadenza settimanale (nei pozzi della barriera idraulica). Dal dicembre 2015 al settembre 2016 le misure piezometriche con cadenza settimanale sono state eseguite anche in corrispondenza dei piezometri di Zone A2/A2bis e A3;
- cadenza mensile (su tutti i pozzi e piezometri della rete del sito, sia in posizione interna che esterna all'area dell'ex insediamento industriale).

Inoltre, come già accennato, presso la cosiddetta Area Merlo (Monte Ferrovia), dopo l'attivazione delle Misure di Prevenzione (ossia a partire dal 27 febbraio 2017), viene attuata una *cadenza giornaliera* per le misure dei livelli piezometrici nei 18 piezometri ivi ricadenti. In quest'area, infatti, è in vigore un monitoraggio specifico degli emungimenti e delle azioni attivate come Misure di Prevenzione (MIPRE).

La misura della soggiacenza della falda, ove condotta manualmente utilizzando una sonda freatica munita di scala centimetrata, è stata realizzata seguendo procedure di buona pratica mirate ad evitare la diffusione della contaminazione ed i fenomeni di contaminazione incrociata. In particolare, la sonda freatica viene opportunamente decontaminata al termine di ogni rilevamento eseguito.

Il set analitico comprende la totalità dei parametri contemplati dall'ex D.M. 471/99 (D.Lgs. 152/06), più tutte le sostanze individuate dagli atti ufficiali come specifiche del sito ex ACNA di Cengio, per un totale di circa 270 parametri. Le metodiche analitiche utilizzate sono conformi a quanto prescritto dal D.Lgs. 152/2006, essendo metodologie ufficialmente riconosciute e tali da consentire di raggiungere valori minimi di concentrazione rilevabile (MDL) dieci (10) volte inferiori rispetto alle CSC di riferimento.

Le analisi sono state condotte dal laboratorio accreditato CPG.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 199 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

5.2 Monitoraggio Meteo-Climatico

Attualmente, la stazione meteo installata e funzionante (dal Febbraio 2016), ubicata in corrispondenza del raccordo ferroviario che collega lo stabilimento alla linea Torino-Savona, ha lo scopo di fornire i dati meteo climatici essenziali alla valutazione del bilancio idrico del sito ed al controllo della regimazione, del ruscellamento, e dell'infiltrazione delle acque piovane nell'area del sito.

La stazione è anche implementata con un Anemometro Sonico 3D in grado di rilevare con estrema precisione le variazioni velocità e direzione del vento nelle tre direzioni dello spazio (X,Y,Z) e l'umidità; in particolare questo tipo di anemometro si differenzia da quelli tradizionali a palette per la capacità di misurare la velocità verticale del vento.

5.3 Monitoraggio Pedologico

In prossimità della stazione meteo sono presenti due contenitori riempiti l'uno con un campione di terreno proveniente dalla Zona A2 e l'altro con terreno vegetale pulito; nei contenitori sono attualmente installate una sonda per la misura del contenuto idrico e della temperatura ed un sonda per la misura del flusso termico.

Attualmente le sonde sono installate in superficie, si prevede l'implementazione di questo sub-sistema con l'installazione di altre sonde dello stesso tipo installate più in profondità negli stessi contenitori.

5.4 Monitoraggio Idrometrico

La stazione idrometrica, già esistente ed ubicata in corrispondenza di una traversa sul Fiume Bormida, immediatamente a monte del Ponte Santa Barbara, ha la funzione di monitorare i prelievi idrici a scopo industriale per gli impianti nel sito di Cengio.

Non è stata prevista l'installazione di una stazione idrometrica sul Ponte Santa Barbara, in quanto le misure idrometriche sul Fiume Bormida non rientrano nello scopo del monitoraggio delle opere di bonifica.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 200 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

5.5 Protocollo di monitoraggio delle acque del Fiume Bormida

5.5.1 Attività di monitoraggio del fiume Bormida effettuate da Syndial

Le acque del Fiume Bormida sono state oggetto nei passati anni di analisi eseguite nell'ambito dei controlli richiesti per la conformità dello scarico a fiume dell'impianto di trattamento acque ITAR, in esercizio presso il sito di Cengio.

Da maggio 2016 vengono eseguiti con cadenza regolare (mensile) campionamenti delle acque superficiali del fiume Bormida in più postazioni, contestualmente ai campionamenti effettuati sulla rete piezometrica di monitoraggio del sito. La finalità di tale monitoraggio è quella di verificare la presenza di eventuali tracce di sostanze chimiche nelle acque superficiali in qualche modo riconducibili alle zone ex industriali a monte del fiume.

Vengono prelevati n. 5 campioni di acqua superficiale nelle seguenti postazioni:

- Ponte Donegani (a monte dello stabilimento ex ACNA);
- Monte Area Merlo (monte dell'innesto della trincea drenante proveniente dall'area Merlo);
- Valle Area Merlo (valle dell'innesto della trincea);
- Ponte Pian Rocchetta (a valle dello stabilimento ex ACNA, ma a monte della Area A4 o Pian Rocchetta);
- Ponte Saliceto (a valle sia dello stabilimento che del sito Pian Rocchetta).

Dall'agosto 2018, in accordo con il Tavolo Tecnico del Protocollo di Monitoraggio del Bormida e secondo le modalità condivise con i Tecnici di ARPAL, è stata definita e adottata una nuova rete di campionamento delle acque superficiali del fiume Bormida che, confermando 4 dei 5 punti della rete precedente, aggiunge un nuovo punto (denominato Valle Scarico ITAR - VS) ad integrale sostituzione del vecchio punto denominato "Valle Trincea Area Merlo".

Pertanto, allo stato attuale, la rete di campionamento acque superficiali del Bormida comprende i seguenti punti (da monte verso valle) (Figura 5-1 e Figura 5 in Allegato 1):

1. Ponte Donegani (a monte dello stabilimento ex ACNA);
2. Monte Area Merlo (monte dell'innesto della trincea drenante proveniente dall'area Merlo);
3. Valle Area Merlo (valle dell'innesto della trincea);
4. Ponte Pian Rocchetta (a valle dello stabilimento ex ACNA, ma a monte della Area A4 o Pian Rocchetta);
5. Ponte Saliceto (a valle sia dello stabilimento che del sito Pian Rocchetta).

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 201 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	



Figura 5-1- Punti di campionamento sul fiume Bormida

In conformità alla prescrizione di cui all'Atto Dirigenziale della Provincia di Savona di certificazione dell'area A2 (2010/205 del 15/01/2010), viene analizzata in laboratorio la totalità dei parametri contemplati dall'ex D.M. 471/99 (D.Lgs 152/06), più tutte le sostanze specificate all'allegato 7 dello stesso Atto Dirigenziale (connesse alla sito-specificità dello stabilimento ex ACNA), per un totale di circa 270 parametri.

Tutti i monitoraggi vengono eseguiti in presenza di ARPA che, a sua discrezione, può prelevare campioni in contraddittorio, come confermato dai verbali di sopralluogo sottoscritti da entrambe le parti.

Inoltre, contestualmente al rilievo freaticometrico e al monitoraggio della qualità delle acque eseguito sulla rete piezometrica del sito, da luglio 2015 con cadenza mensile vengono eseguite anche le misure del livello del fiume Bormida, con l'obiettivo di completare le informazioni necessarie per la valutazione e il controllo dei rapporti idraulici tra acque sotterranee, acque superficiali e tra zone interne ed esterne al sito

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 202 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

(rispetto al muro di contenimento). Tali rilevazioni, con dispositivi ad infrarossi, sono eseguite sui punti del fiume, immediatamente a valle degli 8 gruppi ("triplette") di piezometri installati in Zona A3.

La lista di distribuzione dei dati raccolti comprende ARPAL, Provincia di Savona e, per conoscenza, Regione Liguria, Commissione di Collaudo e Ministero dell'Ambiente. A partire dal 2017 i risultati sono trasmessi anche ad ARPA Piemonte, Regione Piemonte e Provincia di Cuneo e, per conoscenza, anche ai Comuni di Cengio e Saliceto.

Il 29 novembre 2017 è stato siglato dalle Regioni Liguria e Piemonte, ARPA Liguria, ARPA Piemonte e Syndial il "Protocollo di monitoraggio sulla verifica della qualità delle acque del fiume Bormida", che rappresenta un "sottoinsieme" del protocollo generale di monitoraggio delle acque sotterranee e superficiali interessate dal SIN ex Acna di Cengio e Saliceto. E' stato concordato anche un Protocollo di trasferimento dati al fine di garantire, nel corso delle attività di bonifica del sito di Cengio, una costante ed efficace comunicazione della situazione ambientale lungo il fiume Bormida.

5.5.2 **Struttura del nuovo Protocollo di monitoraggio del Bormida siglato nel 2017**

Il Protocollo di monitoraggio del Fiume Bormida è stato finalizzato a valle di valutazioni relative alla valenza tossicologica/ecotossicologica dello Standard di Qualità Ambientale (SQA) per la acque Superficiali del clorobenzene e a seguito di verifiche degli aspetti tecnico-logistici connessi alle attività di campionamento e trasmissione dei dati.

Gli standard di qualità delle acque definiti nell'ambito della Water Framework Directive (2000/60/EC) e successive direttive rappresentano valori protettivi nei confronti dei recettori acquatici ai fini della classificazione dei corpi idrici; tali standard, che includono l'applicazione di fattori di sicurezza in via cautelativa, rappresentano le concentrazioni che identificano il "buono stato chimico" delle acque e sono da intendersi come obiettivi di qualità piuttosto che come valori di intervento.

Come riportato nel documento tecnico Commissions Europea "Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards" (Guidance Document No. 27, 2011), gli SQA devono risultare protettivi sia verso gli ecosistemi acquatici che verso l'uomo; in tale contesto, le linee guida europee indicano di definire gli SQA valutando la tossicità delle singole sostanze verso diversi recettori quali: la comunità bentonica e pelagica, i predatori terminali e l'uomo (considerando in via prioritaria l'uso potabile delle acque e l'ingestione di fauna ittica, mentre le altre possibili vie di esposizione vengono indicate come di minore importanza). Nello specifico, la metodica di derivazione degli SQA prevede assunzioni conservative (worst—case scenario) che implicano l'utilizzo di ampi fattori di sicurezza, che vengono definiti sulla base dei dati ecotossicologici disponibili.

La Comunità Europea ha definito SQA per una serie di sostanze definite prioritarie (Direttiva Europea 2013/39), pubblicando per ogni SQA un datasheet completo di tutti i dati ecotossicologici utilizzati per la definizione di tale valore. Il clorobenzene ed il diclorobenzene (isomeri 1,2 diclorobenzene, 1,3 diclorobenzene e 1,4 diclorobenzene) non sono stati classificati come sostanze prioritarie, pertanto, il loro SQA è stato definito a livello nazionale dai singoli Stati Membri; a livello italiano tale valore è stato fissato come valore medio annuo (SQA — MA) dal D.M. 56/2009 e D.Lgs. 172/2015 (valori riportati in Tabella 1/B). Pertanto, il confronto dei dati sito Specifici con gli SQA andrebbe effettuato considerando la media annua e non la singola osservazione.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113	
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 203 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00		

E' importante evidenziare che per la sostanza considerate non è stata individuata alcuna Concentrazione Massima Accettabile (SQA—CMA) valore che tipicamente viene definito per le sostanze che possono presentare effetti di tossicità acuta.

Standard di Qualità Ambientale per le acque superficiali interne – espressi come valore medio annuo (SQA-MA) (D. Lgs. 172/2015)	
Clorobenzene	3 µg/l
1,2 Diclorobenzene	2 µg/l
1,3 Diclorobenzene	2 µg/l
1,4 Diclorobenzene	2 µg/l

Complessivamente, gli standard di qualità adottati per la valutazione dello stato chimico sono valori intesi come protettivi per molteplici ambienti e specie; pertanto, gli SQA sono necessariamente conservativi e tipicamente sono utilizzati per valutazioni di screening e non per valutazioni diagnostiche di rischio (cioè rappresentano valori "protettivi" ma non "predittivi"), in quanto l'approccio utilizzato non permette di valutare efficacemente le relazioni causa-effetto tra la concentrazione chimica e gli effetti biologici.

Inoltre, occorre sottolineare che si tratta di valori protettivi dell'intero ecosistema e non della sola salute umana: ne consegue che eventuali superamenti non necessariamente sono in grado di determinare effetti avversi per l'uomo né tali valori dovrebbero essere utilizzati per determinare restrizioni significative per limitare l'utilizzo antropico delle acque superficiali.

Sulla base di tali osservazioni, il Protocollo è ritenuto altamente protettivo e cautelativo, in quanto prevede che i dati dei singoli eventi di monitoraggio vengano valutati in confronto diretto con gli Standard di Qualità Ambientale Media Annua (SQA~MA).

5.5.3 **Fasi operative del protocollo e azioni conseguenti**

Il Protocollo prevede una serie di azioni da effettuarsi in funzione delle concentrazioni osservate durante i monitoraggi effettuati; di seguito vengono descritte le soglie utilizzate come riferimento e le fasi operative, da attivarsi in funzione dei risultati.

Sulla base dei dati di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee ad oggi disponibili, il protocollo individua tre fasi operative in funzione del verificarsi nel tempo di:

- a. superamento della prima soglia che si determina qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:
 - rinvenimento di clorobenzene nelle acque superficiali del Fiume Bormida tra il Ponte Donegani e il Ponte di Pian Rocchetta in concentrazione superiore a 3 µg/l (SQA-MA);
 - rinvenimento di 1,2 diclorobenzene o 1,3 diclorobenzene o 1,4 diclorobenzene nelle acque superficiali del Fiume Bormida tra il Ponte Donegani e il Ponte di Pian Rocchetta in concentrazione di 2 µg/l (SQA-MA riferito ad ogni singolo isomero di diclorobenzene);

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 204 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

- b. superamento della seconda soglia che si determina qualora si verifichi una concentrazione pari ad almeno il doppio del valore SQA-MA (SQA- Media Annuale) del clorobenzene (6 µg/l) o del diclorobenzene (4 µg/l, riferito ad ogni singolo isomero di diclorobenzene) o un superamento del valore SQA-CMA (SQA – Concentrazioni Massima Ammissibile) delle acque superficiali del Fiume Bormida tra il Ponte Donegani e il Ponte di Pian Rocchetta per almeno uno dei parametri delle tabelle 1/A dell'allegato 1 alla parte Terza del d.lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

5.5.3.1 FASE 1

Superamento della prima soglia (pari a 3 µg/l di clorobenzene o 2 µg/l dei singoli isomeri 1,2 diclorobenzene, 1,3 diclorobenzene, 1,4 diclorobenzene).

Al superamento della prima soglia Syndial provvederà ad intensificare le attività di monitoraggio passando a frequenza settimanale invece che mensile, al fine di verificare/confermare le concentrazioni osservate e dovrà garantire un trasferimento dati appena disponibili dal Laboratorio.

Nello specifico, Syndial avviserà il Tavolo Tecnico di aver intensificato le attività di monitoraggio e trasmetterà - entro il tempo massimo di 5 giorni lavorativi dal prelievo (tempo necessario per l'analisi e la verifica dei dati) - i risultati (completi di rapporto di prova) di campionamenti settimanali per tre settimane consecutive relativi a:

- i tre piezometri nell'area Basso Piave Esterna (F.P.Z.10N – F.P.Z.11N – F.P.Z.12N);
- il fiume Bormida nella/e postazioni/e che ha registrato il superamento della prima soglia e comunque per le stazioni al Ponte Donegani, al Ponte Pian Rocchetta e al Punto di valle Scarico Syndial.

Le analisi effettuate in questa fase dovranno prevedere la sola determinazione del clorobenzene e degli isomeri di diclorobenzene, che, sulla base dei dati storici disponibili, risultano quelli in maggiore concentrazione e possono garantire una determinazione con tempi contenuti.

Nel caso in cui entro tre settimane i valori di concentrazione risultino nuovamente inferiori alla prima soglia, non sono previste ulteriori azioni da intraprendere e il flusso di comunicazioni potrà ritornare quello usuale.

Tale concetto è da ritenersi valido anche per le fasi successive.

Se i valori invece si mantengono superiori alla prima soglia o non si riscontra dopo tre settimane dall'evento un trend in diminuzione, si passa alla successiva Fase 2.

5.5.3.2 FASE 2

Superamento della prima soglia (pari a 3 µg/l di clorobenzene o 2 µg/l di 1,2 diclorobenzene, 1,3 diclorobenzene, 1,4 diclorobenzene) per 4 volte consecutive (dato iniziale + 3 campionamenti settimanali) o assenza di un trend di diminuzione

La fase 2 inizia quando, sulla base dei dati dei 3 campionamenti settimanali svolti in Fase 1, non si è osservato un trend di diminuzione della concentrazione del diclorobenzene o del clorobenzene nelle acque superficiali o comunque sono ancora osservati superamenti della prima soglia.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 205 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

La fase 2 prevede che Syndial provveda a:

- comunicare immediatamente via PEC la situazione rilevata e convocare un Tavolo Tecnico di aggiornamento e per la condivisione delle indagini che prevede di effettuare;
- concordare con il Tavolo l'eventuale aggiunta di ulteriori parametri ritenuti dal Tavolo rappresentativi;
- continuare il trasferimento dei dati con frequenza analoga a quella della fase precedente;
- eseguire indagini finalizzate ad individuazione le possibili cause dell'anomalia osservata in relazione alle attività in essere o al regime delle precipitazioni;
- interrompere o limitare le attività che potrebbero generare o intensificare tali anomalie, se riconducibili a Syndial;

In esito alle azioni sopra elencate:

- se i valori scendono al di sotto della prima soglia, Syndial dovrà trasmettere ai componenti del Tavolo Tecnico una breve nota tecnica interpretativa che identifichi le possibili cause e i motivi per i quali si presume che i valori siano rientrati;
- se i valori persistono si dovrà intraprendere la successiva fase.

5.5.3.3 FASE 3

Superamento della prima soglia (pari a 3 µg/l di clorobenzene o 2 µg/l di 1,2 diclorobenzene, 1,3 diclorobenzene, 1,4 diclorobenzene) per 7 volte consecutive o superamento della seconda soglia (pari a 6 µg/l di clorobenzene o 4 µg/l di diclorobenzene)

La fase 3 ha inizio quando si osserva un superamento della seconda soglia (nel medesimo punto di campionamento), ovvero quando è osservato un trend positivo dell'aumento della concentrazione e/o un superamento costante della prima soglia per 7 volte consecutive.

In tale fase, Syndial dovrà:

- informare tempestivamente via PEC il Tavolo Tecnico e convocare una riunione di aggiornamento per la condivisione delle azioni che Syndial intende eseguire;
- intensificare ulteriormente le indagini per la ricerca delle cause delle anomalie osservate;
- continuare il trasferimento dei dati con frequenza analoga a quella della fase precedente;
- interrompere o limitare le attività che potrebbero generare o intensificare tali anomalie, se riconducibili a Syndial;
- individuare e comunicare con urgenza le specifiche misure ed interventi di prevenzione che intende adottare, se riconducibili a Syndial;
- in funzione delle concentrazioni riscontrate, avviare eventuali attività di campo ed approfondimenti bibliografici per verificare l'effettiva rilevanza dei superamenti osservati nei confronti dei recettori ecologici ed antropici.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale		Pag. 206 a 207	
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

Ai fini di ottimizzare la trasmissione e la valutazione dei dati di monitoraggio viene istituito un Tavolo Tecnico, con frequenza semestrale, con almeno la partecipazione di tecnici di Syndial, ARPA Liguria, ARPA Piemonte, ISPRA, Regione Liguria, Regione Piemonte, ASL, Comune di Cengio, Comune di Saliceto, Provincia di Savona.

Le comunicazioni relative al protocollo di monitoraggio sono inviate via PEC e apposito canale di trasferimento agli Enti che partecipano al Tavolo Tecnico; i dati di monitoraggio sono resi disponibili in formato Excel® e ad ogni invio corredati di file in formato in pdf (cartografie, referti) necessari a una immediata e facile interpretazione del dato.

Dall'avvio delle attività di monitoraggio previste dal Protocollo non sono state rilevate situazioni che abbiano determinato la necessità di procedere con le azioni previste nelle diverse fasi.

	SITO/LOCALITA' Ex sito industriale ACNA di Cengio	N° DOC. 120004-ENG-R-RV- 4660	PVI: 120004	N° COMMESSA IN/CENG/ 00113
	Progetto di Messa In Sicurezza Permanente della Zona A1 nell'ambito della bonifica del sito ex-ACNA di Cengio (SV) Elaborato Progettuale			Pag. 207 a 207
	N°DOC Appaltatore 60553004_EP	FUNZIONE EMITTENTE STAM	INDICE DI REV. 00	

ALLEGATI