
 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BE-E-94428	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 1 di 6	Rev. 0



MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE ZONA A1

SETTO DI SEPARAZIONE ZONE A1 E A2

PROGETTO ESECUTIVO



ELENCO ELABORATI

0	Emissione	Fagiani	Bontempo	Bontempo	31/05/06
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BE-E-94428	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 2 di 6	Rev. 0



INDICE VOLUMI

RELAZIONE GENERALE – VOLUME 1		
COD. SNAMPROGETTI		NOME ELABORATI
01-BD-E-94420		RELAZIONE GENERALE
RELAZIONI DI CALCOLO – VOLUME 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4		
COD. SNAMPROGETTI		NOME ELABORATI
01-BE-E-94422		RELAZIONE DI CALCOLO
01-BE-E-94423		RELAZIONE DI CALCOLO RACK V1-V2 - V4-V5
RELAZIONE GEOTECNICA – VOLUMI 3.1 E 3.2		
COD. SNAMPROGETTI		NOME ELABORATI
01-BE-E-94425		RELAZIONE GEOTECNICA
DOCUMENTAZIONE CONTRATTUALE – VOLUME 4		
COD. SNAMPROGETTI		NOME ELABORATI
01-BF-E-94426		VOCI DI ELENCO PREZZI
01-BF-E-94427		COMPUTO METRICO
01-BD-E-94428		ELENCO ELABORATI
01-BD-E-94429		CAPITOLATO GENERALE DI APPALTO - SERVIZI E OPERE - STABILIMENTI E SEDE
01-BD-E-94430		CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - SPECIFICHE TECNICHE PER OPERE EDILI
01-BD-E-94431		CAPITOLATO SPECIALE AGGIUNTIVO D'APPALTO
01-BD-E-94432		SPECIFICHE DI PROGETTO - MODALITA' DI ESECUZIONE LAVORI E SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI
01-BD-E-94433		CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO E SPECIFICHE TECNICHE PER LAVORI MECCANICI
01-BD-E-94434		CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PER LAVORI ELETTRICI E DI STRUMENTAZIONE
PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO – VOLUME 5		
COD. SNAMPROGETTI		NOME ELABORATI
01-BD-E-94363		PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO
01-BL-A-94365		PLANIMETRIA AREE DI CANTIERE E VIABILITA'

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BE-E-94428	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 3 di 6	Rev. 0



ELABORATI GRAFICI – VOLUMI 6.1, 6.2 E 6.3

COD. SNAMPROGETTI	N. TAV.	NOME ELABORATI
VOLUME 6.1		
01-BL-B-94437	1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE COROGRAFIA DA CTR
01-BL-A-94438	2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE PIANO REGOLATORE GENERALE
01-BL-A-94439	3	PLANIMETRIA CATASTALE CON INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO
01-BL-A-94440	4	STATO ATTUALE PLANIMETRIA GENERALE
01-BL-A-94441	5/A	STATO ATTUALE PLANIMETRIA ZONA C-D - ZONA FABBRICATO 71
01-BL-A-94441	5/B	STATO ATTUALE PLANIMETRIA ZONA FABBRICATO 79 - ZONA RESOL
01-BL-A-94441	5/C	STATO ATTUALE PLANIMETRIA ZONA BASSO PIAVE
01-BL-A-94481	6	STATO ATTUALE PLANIMETRIA E SEZIONI ZONA BASSO PIAVE
01-BL-A-94442	7	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA GENERALE BONIFICA SOTTOSERVIZI, SRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI
01-BL-A-94443	8/A	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V1 - V1+78m
01-BL-A-94443	8/B	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V1+70m - V1+156m
01-BL-A-94443	8/C	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V1+152m - V2+20m
01-BL-A-94443	8/D	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V2+14m - V2+95m
01-BL-A-94443	8/E	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V2+81m - V3+30m
01-BL-A-94443	8/F	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V3+16m - V4+35m
01-BL-A-94443	8/G	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V4+21m - V5+66m
01-BL-A-94443	8/H	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V5+60m - V5+150m
01-BL-A-94443	8/I	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V5+133m - V6+12m
01-BL-A-94443	8/J	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V5+142m - V7+34m
01-BL-A-94443	8/K	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V7+31m - V9+12m
01-BL-A-94443	8/L	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V9+9m - V11

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BE-E-94428	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 4 di 6	Rev. 0



ELABORATI GRAFICI – VOLUMI 6.1, 6.2 E 6.3

COD. SNAMPROGETTI	N. TAV.	NOME ELABORATI
01-BL-A-94444	9/A	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V1 – V1+250m
01-BL-A-94444	9/B	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V1+190m - V4+27m
01-BL-A-94444	9/C	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V3+62m - V6+29m
01-BL-A-94444	9/D	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE SOTTOSERVIZI, STRUTTURE INTERRATE E ATTIVITA' PRELIMINARI TRATTO V6+8m - V11
01-BL-A-94445	10	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE
VOLUME 6.2		
01-BL-A-94446	11/A	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE ZONA C-D - ZONA FABBRICATO 71
01-BL-A-94446	11/B	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE ZONA FABBRICATO 79 - ZONA RESOL
01-BL-A-94446	11/C	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE ZONA BASSO PIAVE
01-BL-3B-94447	12/A	PROFILO GEOTECNICO TRATTO TRA VERTICI V1-V5
01-BL-3B-94447	12/B	PROFILO GEOTECNICO TRATTO TRA VERTICI V5-V11
01-BL-A-94448	13	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA GENERALE
01-BL-A-94449	14/A	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA OPERE IN ELEVAZIONE E POZZI ZONA C-D - ZONA FABBRICATO 71
01-BL-A-94449	14/B	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA OPERE IN ELEVAZIONE E POZZI ZONA FABBRICATO 79 - ZONA RESOL
01-BL-A-94449	14/C	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA OPERE IN ELEVAZIONE E POZZI ZONA BASSO PIAVE
01-BL-A-94450	15/A	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA FONDAZIONI ZONA ZONA C-D - ZONA FABBRICATO 71
01-BL-A-94450	15/B	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA FONDAZIONI ZONA FABBRICATO 79 - ZONA RESOL
01-BL-A-94450	15/C	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA FONDAZIONI ZONA BASSO PIAVE
01-BL-3B-94452	16	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE TRATTAMENTO IN JET GROUTING
01-BL-A-94482	17	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE PALIFICATA – TIPOLOGIA A
01-BL-3B-94453	18/A	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE DIAFRAMMA PLASTICO (TRATTO TRA VERTICI V1 E V4)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BE-E-94428	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 5 di 6	Rev. 0



ELABORATI GRAFICI – VOLUMI 6.1, 6.2 E 6.3

COD. SNAMPROGETTI	N. TAV.	NOME ELABORATI
01-BL-3B-94453	18/B	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE DIAFRAMMA PLASTICO (TRATTO TRA VERTICI V4 E V11)
01-BL-A-94454	19/A	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE OPERE IN C.A.
01-BL-A-94454	19/B	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE OPERE IN C.A.
01-BL-A-94455	20	STATO DI PROGETTO PLANIMETRIA GENERALE POZZI E TRINCEA DRENANTE
01-BL-A-94484	21	STATO DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE POZZI E TRINCEA DRENANTE
01-BL-4B-94456	22/A	SEZIONI DI PROGETTO
01-BL-4B -94456	22/B	SEZIONI DI PROGETTO
01-BL-4B -94456	22/C	SEZIONI DI PROGETTO
01-BL-4B -94456	22/D	SEZIONI DI PROGETTO
01-BL-A-94457	23	SEZIONI TIPOLOGICHE DI PROGETTO - TIPOLOGIA A
01-BL-B-94458	24	SEZIONI TIPOLOGICHE DI PROGETTO - TIPOLOGIA B
VOLUME 6.3		
01-BL-B-94459	25	SEZIONI TIPOLOGICHE DI PROGETTO - TIPOLOGIA C
01-BL-B-94460	26	SEZIONI TIPOLOGICHE DI PROGETTO - TIPOLOGIA D
01-BL-A-94461	27	STATO DI PROGETTO FASI COSTRUTTIVE - TIPOLOGIA A
01-BL-A-94462	28	STATO DI PROGETTO FASI COSTRUTTIVE - TIPOLOGIA B
01-BL-A-94463	29	STATO DI PROGETTO FASI COSTRUTTIVE - TIPOLOGIA C
01-BL-A-94464	30	STATO DI PROGETTO FASI COSTRUTTIVE - TIPOLOGIA D
01-BL-A-94465	31/A	STATO DI PROGETTO CASSERATURA - TIPOLOGIA A
01-BL-B-94465	31/B	STATO DI PROGETTO CASSERATURA - TIPOLOGIA A
01-BL-A-94466	32/A	STATO DI PROGETTO CASSERATURA - TIPOLOGIA B
01-BL-B-94466	32/B	STATO DI PROGETTO CASSERATURA - TIPOLOGIA B
01-BL-A-94467	33/A	STATO DI PROGETTO CASSERATURA - TIPOLOGIA C
01-BL-A-94467	33/B	STATO DI PROGETTO CASSERATURA - TIPOLOGIA C
01-BL-A-94468	34	STATO DI PROGETTO CASSERATURA - TIPOLOGIA D
01-BL-A-94469	35	STATO DI PROGETTO PARTICOLARI COSTRUTTIVI POZZI
01-BL-A-94470	36	STATO DI PROGETTO PARTICOLARI COSTRUTTIVI TIPOLOGIA 5A - TIPOLOGIA A

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BE-E-94428	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 6 di 6	Rev. 0

ELABORATI GRAFICI – VOLUMI 6.1, 6.2 E 6.3

COD. SNAMPROGETTI	N. TAV.	NOME ELABORATI
01-BL-A-94471	37	STATO DI PROGETTO PARTICOLARI COSTRUTTIVI TIPOLOGIA A - TIPOLOGIA B
01-BL-A-94472	38	STATO DI PROGETTO PARTICOLARI COSTRUTTIVI TIPOLOGIA B - TIPOLOGIA C
01-BL-A-94473	39	STATO DI PROGETTO PARTICOLARI COSTRUTTIVI TIPOLOGIA C - TIPOLOGIA D
01-BL-A-94474	40	STATO DI PROGETTO PARTICOLARI COSTRUTTIVI TIPOLOGIA D - TIPOLOGIA 0
01-BL-A-94475	41	STATO DI PROGETTO PARTICOLARI ACCESSO ZONA A1 ZONA C-D - FABBRICATO 79 - ZONA RESOL
01-BL-B-94476	42	STATO DI PROGETTO PARTICOLARI CONNESSIONI TELI E PANNELLI DI PROVA
01-BL-A-94477	43	STATO DI PROGETTO PARTICOLARI PASSAMURO LINEE BTS - MTS - NI_DENI
01-BL-A-94478	44	PARTICOLARI ELEVAZIONE RACK TRATTO V1-V2 - V4-V5
01-BL-B-94479	45	PARTICOLARI FONDAZIONI RACK TRATTO V1-V2 - V4-V5
01-BL-A-94365	46	PLANIMETRIA AREE DI CANTIERE E VIABILITA'

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 1 di 131	Rev. 0



MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE ZONA A1

SETTO DI SEPARAZIONE ZONE A1 E A2

PROGETTO ESECUTIVO



RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO

0	Emissione	Fagiani	Bontempo	Bontempo	31/05/06
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 2 di 131	Rev. 0

INDICE



1	INTRODUZIONE	7
	1.1 Premessa	7
	1.2 Oggetto	7
	1.3 Scopo	7
	1.4 Normativa di riferimento	8
	1.5 Documenti di riferimento	9
	1.6 Altri riferimenti	10
	1.7 Sistema qualità	10
	1.8 Abbreviazioni e simboli	11
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO	12
3	STATO ATTUALE	13
	3.1 Premessa	13
	3.2 Strutture e reti esistenti (Tratto V1-V2)	16
	3.3 Strutture e reti esistenti (Tratto V2-V3)	20
	3.4 Strutture e reti esistenti (Tratto V3-V4)	22
	3.5 Strutture e reti esistenti (Tratto V4-V5)	23
	3.6 Strutture e reti esistenti (Tratto V5-V6)	24
	3.7 Strutture e reti esistenti (Tratto V6-V7)	26
	3.8 Strutture e reti esistenti (Tratto V7-V11)	26
4	SINTESI DELLA CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA	29
	4.1 Caratteristiche stratigrafiche	29
	4.2 Caratterizzazione geotecnica	30
	4.3 Inquadramento idrogeologico	33
	4.4 Piezometria	34
5	INTERAZIONI ED INTERFERENZE	36
	5.1 Interazione del setto con il regime delle acque sotterranee	36
	5.2 Interferenze con la rete ferroviaria	37
6	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	40
	6.1 Tipologia "A"	40

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 3 di 131	Rev. 0



6.2	Tipologia "B"	41
6.3	Tipologia "C"	42
6.4	Tipologia "D"	42
6.5	Accessi dalla zona A2 alla zona A1	42
6.6	Descrizione degli elementi costruttivi adottati	43
6.6.1	Diaframma plastico	43
6.6.2	Jet grouting	43
6.6.3	Diaframmi strutturali	44
6.6.4	Palificata	44
6.6.5	Muro di sostegno	45
6.6.6	Barriera pozzi	46
6.6.7	Trincea drenante	46
6.7	Predisposizione passamuro per passaggio reti da mantenere in esercizio	47
6.8	Predisposizione rack metallici per passaggio (scavalco aereo) linee elettriche da mantenere in esercizio in corso d'opera	48
6.8.1	Rack per by-pass linee elettriche da cabina C0	48
6.8.2	Rack per by-pass linee elettriche da cabina C5	49
6.9	Rilocazione impianto elettrico presente tra il vertice V7 e il vertice V11	50
6.10	Ripristino linea BTS aerea da mantenere in esercizio tra vertici V2 e V3	50
7	ATTIVITA' PRELIMINARI	51
7.1	Qualifica dei materiali e campi prova	51
7.2	Incantieramento e piste di transito	51
7.3	Deviazione provvisoria reti elettriche tratto V7 – V11	52
7.4	Interventi propedeutici di bonifica da strutture esistenti e reti	52
7.4.1	Rimozione di strutture e reti dismesse	53
7.4.2	Terreni di scavo presenti in corrispondenza delle celle di asportazione	54
7.4.3	Ritombamento degli scavi	55
8	FASI ESECUTIVE	56
8.1	Premessa	56
8.2	Fasi esecutive Tipologia A	56
8.3	Fasi esecutive Tipologia B	58

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 4 di 131	Rev. 0



8.4	Fasi esecutive Tipologia C	60
8.5	Fasi esecutive Tipologia D	62
9	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	64
9.1	Materiali per opere strutturali	64
9.2	Diaframmi plastici compositi	66
9.3	Materiali per jet grouting	67
9.4	Malta plastica per riempimenti provvisori	67
9.5	Trincea drenante	68
9.6	Piste e aree di cantiere	68
9.7	Rack metallici per deviazione reti elettromeccaniche	68
9.8	Attrezzature per pozzi	69
10	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA	70
10.1	Premessa	70
10.2	Vita utile di progetto e Classe di importanza delle opere	70
10.3	Sismicità	71
10.4	Combinazioni di progetto delle azioni e coefficienti parziali per le resistenze	71
10.4.1	Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)	71
10.4.2	Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)	72
10.5	Analisi dei carichi	72
10.5.1	Pesi propri dei materiali strutturali	73
10.5.2	Carichi e sovraccarichi	73
10.5.3	Spinte delle terre	73
10.5.4	Azione sismica	73
10.6	Caratteristiche dei materiali	73
10.7	Metodi di analisi	75
10.7.1	Metodo agli elementi finiti (F.E.M.) per l'analisi dell'interazione terreno-struttura in condizioni statiche e sismiche	75
10.7.2	Dimensionamento dei muri di elevazione	76
10.7.3	Verifiche di stabilità locale	77
10.8	Criteri di verifica	79
10.8.1	Verifiche agli Stati Limite Ultimi	79
10.8.2	Verifiche agli Stati Limite di esercizio	82
10.9	Sezioni di calcolo adottate per le verifiche strutturali	83

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 5 di 131	Rev. 0

10.10	Dimensionamento del diaframma plastico	83
10.10.1	Funzione del diaframma plastico	83
10.10.2	Caratteristiche di permeabilità del diaframma plastico composito	84
10.10.3	Valutazione dell'immorsamento nella marna litoide	85
10.11	Dimensionamento della barriera pozzi	87
11	VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE PER LE TIPOLOGIE "A" E "D"	89
11.1	Analisi di stabilità locale per la tipologia "D"	89
11.1.1	Verifica allo scorrimento	90
11.1.2	Verifica al ribaltamento	91
11.1.3	Verifica di schiacciamento	91
11.2	Analisi di stabilità locale per la tipologia "A"	92
11.2.1	Verifica allo scorrimento	93
11.2.2	Verifica al ribaltamento	94
11.2.3	Verifica di schiacciamento	95
12	VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE DELL'INSIEME MURO-TERRENO PER TUTTE LE TIPOLOGIE STRUTTURALI	97
12.1	Premessa	97
12.2	Criteri di verifica	97
12.3	Risultati delle analisi	97
13	CONTROLLI E COLLAUDI IN CORSO D'OPERA	99
14	PANNELLI DI PROVA	100
15	GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO	101
16	GESTIONE DELLE ACQUE DI SCAVO	102
17	MODALITÀ DI LAVORO E CRITERI DI PROTEZIONE AMBIENTALE	103
18	MONITORAGGIO E CONTROLLI IN CORSO D'OPERA	104
19	CRONOGRAMMA DELLE ATTIVITA', TEMPI DI ESECUZIONE, INTERFERENZE CON ALTRE ATTIVITÀ LEGATE ALLA MESSA IN SICUREZZA DEL SITO	109

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 6 di 131	Rev. 0

19.1	Cronogramma delle attività e durata dei lavori	109
19.2	Interferenze con altre attività legate alla messa in sicurezza del sito	110
19.3	Aree di cantiere e viabilità	111
20	MISURAZIONI	113
21	FIGURE	114

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 7 di 131	Rev. 0

1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa

Snamprogetti S.p.A è stata incaricata da Syndial S.p.A. di elaborare il progetto esecutivo del setto di separazione delle Zone A1 e A2, il cui progetto definitivo, redatto nell'ambito del Progetto Definitivo di messa in sicurezza permanente della Zona A1 dello Stabilimento di Cengio (SV), in data 30 gennaio 2006 è stato approvato dalla Conferenza dei Servizi (§ lettera del Commissario Delegato del 07/02/06 prot. 146/2006/UC/VIK) e, in data 26 aprile 2006, il Commissario Delegato ne ha approvato l'esecuzione tramite provvedimento n. 81 (§ lettera del Commissario Delegato del 27 aprile 2006 prot. 443/2006/UC/VIB).

1.2 Oggetto

L'esecuzione dell'opera rientra negli interventi di messa in sicurezza permanente della zona A1 e con essa si verrà a realizzare il completamento del sistema di confinamento della zona A1, già avvenuta lungo il confine dello stabilimento Syndial prospiciente il fiume Bormida attraverso l'ultimazione delle opere arginali di contenimento delle piene e di contenimento e drenaggio delle acque interne.

La messa in sicurezza permanente della zona A1 si basa sulla presenza di un substrato impermeabile naturale continuo, di spessore consistente (~ 150 m), posto a limitate profondità dal piano campagna.

Tale substrato viene quindi utilizzato come base impermeabile del sistema di confinamento previsto, composto da una barriera impermeabile di tipo composito ai lati e di un "capping" di tutta l'area confinata.



Lo sviluppo planimetrico del sistema di confinamento sarà tale da dividere fisicamente la zona A1 dalla zona A2 raccordandosi alle estremità alle opere arginali in zona Basso Piave (Tipologia 0) e in zona C-D/DE (Tipologia 5°), in corrispondenza degli innesti già predisposti, formando un unico bacino chiuso, in considerazione della presenza del substrato marnoso impermeabile (§ Rif. /j/).

La tipologia della struttura del setto di separazione è in grado, inoltre, di sostenere le spinte delle terre derivanti dal deposito in Zona A1 dei materiali provenienti dalle messa in sicurezza d'emergenza, dalla bonifica e dalla bonifica con misure di sicurezza delle Zone A2, A3 e A4 e delle aree pubbliche, secondo i profili finali di abbancamento previsti nel progetto definitivo di Messa in sicurezza permanente della Zona A1 approvato.

1.3 Scopo

Scopo della presente relazione è quello di:

- fornire una dettagliata descrizione dell'ambito dell'intervento;
- fornire la sintesi delle caratteristiche stratigrafiche, geotecniche ed idrogeologiche adottate nei calcoli di dimensionamento e verifica;
- illustrare le caratteristiche delle opere in progetto, riportate negli elaborati grafici allegati;



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 8 di 131	Rev. 0

- illustrare le fasi esecutive previste e la sequenza dei tratti da realizzare in relazione alle aree rese disponibili nel tempo dalla Committente;
- definire le modalità esecutive e le caratteristiche tecniche dei materiali da impiegare;
- illustrare i criteri di calcolo, le azioni, le condizioni di carico, gli schemi di calcolo adottati per il dimensionamento delle strutture;
- illustrare il dimensionamento del diaframma composito;
- illustrare i principali risultati delle verifiche effettuate;
- illustrare l'interazione delle opere in progetto con il regime delle acque sotterranee;
- fornire i criteri di calcolo da seguire per il dimensionamento delle armature delle strutture e le verifiche di resistenza;
- indicare le attività propedeutiche da svolgere alla realizzazione delle opere in progetto;
- indicare in controlli da effettuare in corso d'opera;
- indicare i tempi da rispettare per l'esecuzione delle opere con accluso il cronogramma delle attività.

Sono inoltre riportati sommariamente il programma temporale delle principali attività, i criteri di protezione ambientale da adottare.

1.4 Normativa di riferimento

- /1/ Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 e relativa Circolare Ministero L.L.P.P. n. 11951 del 14 Febbraio 1974. "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- /2/ Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 471 del 25.10.1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del Decreto Legislativo 5.2.99, n. 22" e successive modificazioni e integrazioni.
- /3/ Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alla discariche di rifiuti". Pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 59 del 12 marzo 2003 - Supplemento Ordinario n. 40.
- /4/ Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005 "Nuove norme tecniche per le costruzioni". Pubblicato su supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* 23.9.2005 n. 222.
- /5/ O.P.C.M. 20 Marzo n° 3274 e successive modificazioni e integrazioni (O.P.C.M. n° 3316/10/2003, O.P.C.M. n° 3333/01/2004, O.P.C.M. n° 3379 del 05 novembre 2004, O.P.C.M. n° 3431 del 03 maggio 2005): "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 9 di 131	Rev. 0

/6/ D.P.R.n. 753 del 11 luglio 1980 (pubblicato sul suppl. Ord. alla Gazzetta Uff. del 15711/1980 n. 314) "Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto".

Per quanto non in contrasto con le norme sopra citate si è fatto, inoltre, utile riferimento ai seguenti decreti e circolari ministeriali:

/7/ D.M. 11 Marzo 1988 e relativa Circolare Ministero L.L.P.P. n. 30483 del 24 Settembre 1988. "Norme tecniche riguardanti le 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".

/8/ D.M. 14 Febbraio 1992 e relativa Circolare Ministero L.L.P.P. n. 37406/STC del 24 Giugno 1993. "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" relativamente al Metodo delle Tensioni Ammissibili.

/9/ D.M. 9 Gennaio 1996 e relativa Circolare Ministero L.L.P.P. n. 252 del 15 Ottobre 1996. "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".

/10/ D.M. 16 Gennaio 1996 e relativa Circolare Ministero L.L.P.P. n. 156 AA.GG./STC del 4 Luglio 1996. Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

1.5 Documenti di riferimento

/a/ Snamprogetti S.p.A. "Messa in sicurezza permanente – Zona A1. Setto di separazione zone A1e A2. Progetto Definitivo. Integrazione in risposta alla lettera *RFI* del 29/12/2005", SPC. 01-BE-E-94310 del marzo 2006, Rev.0, E DOCUMENTI ALLEGATI.



/b/ Consorzio BASI "Messa in sicurezza permanente – Zona A1 - Setto di separazione zone A1 e A2. Progetto definitivo." Comm. 1800Q0, Rel. 285, rev. 0, ottobre 2004;

/c/ Consorzio BASI "Messa in sicurezza permanente – Zona A1 - Setto di separazione zone A1 e A2. Progetto definitivo. Risultati indagine geognostica e Relazione geotecnica " Comm. 1800Q0, Rel. 286, rev. 0, ottobre 2004;

/d/ Consorzio BASI "Messa in sicurezza permanente – Zona A1. Relazione generale -Progetto definitivo", Comm. 1800Q0, Rel. 281, rev. 0, ottobre 2004;

/e/ Consorzio BASI "Messa in sicurezza permanente – Zona A1. Sistemazione e ripristino ambientale - Progetto definitivo.", Comm. 1800Q0, Rel. 282, rev.0, ottobre 2004;

/f/ S.G.I. Studio Geotecnico Italiano "Bormia S.p.A. in liquidazione – Enichem - Opere arginali di contenimento delle piene del Fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acqua di falda interne. Progetto definitivo.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 10 di 131	Rev. 0

Variante non sostanziale in corso d'opera" rif. 059887047 del 21/07/2004, e documenti in esso richiamati.



- /g/ S.G.I. Studio Geotecnico Italiano "Bormia S.p.A. in liquidazione – Enichem - Opere arginali di contenimento delle piene del Fiume Bormida e di contenimento e drenaggio delle acqua di falda interne. Progetto Esecutivo" rif. 06528021R01E04 rev. 4 del 24/06/2002, e documenti in esso richiamati.
- /h/ Consorzio B.A.S.I. "Bormia S.p.A. in Liquidazione. Sito di Cengio/Saliceto. Progetto Preliminare di bonifica", Comm. 1803A0, Rel. 02, Aprile 2002, e documenti in esso richiamati.
- /i/ Consorzio BASI "Modello matematico di flusso dell'area dello stabilimento BORMIA S.p.A. in Liquidazione (Cengio – SV), Rel. 015/1802A0, Aprile 2002.
- /j/ Consorzio BASI "Bormia S.p.A. in liquidazione sito di Cengio/Saliceto – Rel. 02, cap.5.3 – Caratterizzazione della formazione marnosa" Rel.02, rev.0, Aprile 2002.
- /k/ Consorzio B.A.S.I. "ACNA C.O. in Liquidazione Stabilimento di Cengio (SV) – Caratterizzazione del sito ACNA – Rapporto finale", Comm. 1802°0, Rel. 12, Rev. 0 del Aprile 2001.

1.6 Altri riferimenti

- /l/ Verbale della Conferenza di Servizi decisoria del 30 gennaio 2006, nota prot. n. 146/2006/UC/VIK;
- /m/ Commissario Delegato. Provvedimento n. 81 del 26 aprile 2006. Oggetto: "Progetto Definitivo di messa in sicurezza permanente della Zona A1. Autorizzazione", allegato alla lett. del Commissario Delegato del 27 aprile 2006, Prot. N. 443/2006/UC/VIB e relative prescrizioni.
- /n/ Autorizzazione Rete Ferroviaria Italiana con lettera del 14/04/2006, Class.: RFI/DI.TO.TC.OC.03. Oggetto: "Rif.Prat. n. 11519. Messa in sicurezza permanente zona A1 – Setto di separazione zone A1 e A2 – Progetto Definitivo" e relative prescrizioni ed allegati.
- /o/ Rete Ferroviaria Italiana, lettera del 29/12/2005, Class.: RFI/DI.TO.TC.OC.03. Oggetto: "Rif.Prat. n. 11519. Messa in sicurezza permanente zona A1 – Setto di separazione zone A1 e A2 – Progetto Definitivo. Integrazione al progetto definitivo per autorizzazione FRI." e relative prescrizioni.



1.7 Sistema qualità

Per lo svolgimento delle attività tecnico operative relative alla stesura del presente Progetto Esecutivo sono state adottate le procedure di controllo ed assicurazione della qualità proprie della Snamprogetti, certificata ai sensi dello standard UNI EN ISO 9001.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 11 di 131	Rev. 0

1.8 Abbreviazioni e simboli

Art.	Articolo
B.A.S.I.	Consorzio BASI (Bonifiche Aree e Siti Inquinati)
BTS	Basso Tenore Salino
c.a.	Cemento armato
Cap.	Capitolo
CE	Coordinatore in fase di esecuzione.
CETE	Centrale Termoelettrica
cfr.	Riferimento
CN	Cuneo
cls.	Calcestruzzo
D.P.R.	Decreto del Presidente della Repubblica
D.Lgs.	Decreto Legislativo
D.L.	Direzione Lavori dell'Appaltatore
E	est
EN	Norma europea
Fig.	Figura
HDPE	High Density PolyEthylene
IESS	Impianto di Essiccazione Sali Sodici
INFRAMB	Infrastrutture e Sistemi Ambientali
ISO	International Standardization Organization
ITAR	Impianto Trattamento Acque Reflue
MTS	Medio Tenore Salino
N	nord
n.	numero
NE	nord-est
N.T.C.	Norme tecniche per le costruzioni (D. M. 14 settembre 2005)
O	ovest
O.P.C.M.=	Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri
Par.	Paragrafo
p.c.	Piano campagna
Rel.	relazione
Rev.	revisione
Rif.	riferimento
S	sud
S.G.I.	Studio Geotecnico Italiano
s.l.m.	sul livello del mare
S.p.A.	Società per Azioni
Spc.	Specifica
Sez.	Sezione
SV	Savona
Tab.	Tabella
Tav.	Tavola
UNI	Ente Nazionale Italiano Unificazione
W	ovest

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 12 di 131	Rev. 0

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO

Lo Stabilimento Syndial di Cengio (SV) è ubicato lungo la sponda destra del fiume Bormida, in corrispondenza di un'ansa del fiume.

L'area attuale dello Stabilimento ha la forma di una mezzaluna contornata nella parte S-W-N, per circa 2500 m, dal fiume Bormida ed a N-NE dalla ferrovia Torino - Savona. L'estensione del sito, comprensivo dell'area di Pian Rocchetta, ubicato nel Comune di Saliceto (CN), è di circa 670 000 m², con quote che si attestano mediamente sui 400 m s.l.m..

Nell'ambito dell'Accordo di Programma del 04.12.2000, il sito è stato suddiviso in quattro zone fisicamente distinte e di caratteristiche omogenee:



Zona A1: *(Denominata Area Rifiuti)* - Questa zona è ubicata nella porzione ovest dello stabilimento e comprende l'area Basso Piave, il rilevato "M" e la Zona Bacini.

Zona A2 *(Denominata Area Industriale)* - Questa zona, che copre il corpo centrale e la porzione est dello stabilimento, è caratterizzata dalla presenza degli ex impianti produttivi e delle infrastrutture industriali ed è stata destinata alla reindustrializzazione.

Zona A3 *(Denominata Aree Golenali)* - Questa zona comprende le aree esterne all'insediamento industriale di proprietà di Syndial S.p.A. poste in fregio al muro di cinta dello stabilimento, lato fiume Bormida.

Zona A4 *(Denominata Area Pian Rocchetta)* - Con tale zona si indica l'area di Pian Rocchetta, ubicata in un'ansa in destra idrografica del fiume Bormida e posta ad un chilometro ad ovest dell'insediamento industriale.

L'area oggetto dell'intervento ricade in una fascia interna allo stabilimento coincidente con il confine tra le zona A1 e A2, tra la zona A1 e l'impianto ITAR e che si estende fino a coprire il confine nord dello stabilimento dall'impianto ITAR fino alla zona Basso Piave.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 13 di 131	Rev. 0

3 STATO ATTUALE

3.1 Premessa

Il setto di separazione separerà fisicamente le zone A1 e A2, dividendo l'area bacini dalla ex area produttiva. Il suo percorso ricade in un ambito non più produttivo ma che ancora presenta alcune strutture impiantistiche a servizio della attività di bonifica e della messa in sicurezza permanente del sito, che dovranno restare in esercizio nel corso dei lavori di realizzazione dell'opera quali: l'impianti di depurazione della acque reflue (ITAR), l'impianto di essiccazione dei sali sodici (IESS), la centrale termoelettrica (CETE).



Il tracciato dell'opera in progetto pertanto interseca:

- le reti preesistenti, incluse quelle a servizio degli impianti sopra indicati. Le reti sono interrato o sono aeree poste su rack metallici; alcune sono ancora utilizzate mentre quelle che erano a servizio delle attività produttive terminate da tempo sono in corso di dismissione;
- impianti di cui è prevista a breve la dismissione o la rilocalizzazione ma che attualmente sono in funzione in quanto a servizio dello svuotamento dei bacini in zona A1;
- fabbricati attualmente presenti la cui demolizione fino a piano campagna (fondazioni escluse) avverrà, a cura della Committente, prima dell'inizio dei lavori del setto;
- aree dove gli edifici sono stati già demoliti fino a piano campagna di cui però restano ancora le fondazioni da rimuovere;
- aree con livelli superficiali di terreno contaminato di cui è prevista la futura bonifica (zona A2);
- aree con livelli profondi di terreno contaminato in corrispondenza della zona A2-bis in cui ricade l'area dell'impianto ITAR).

Sarà cura della Committente:

- provvedere propedeuticamente alla rimozione o rilocalizzazione degli impianti ed alla demolizione fino a piano campagna dei restanti edifici che ancora interferiscono con le aree destinate all'esecuzione dei lavori (piste di lavoro, piste di transito, aree di cantiere);
- effettuare la dismissione della totalità delle reti attualmente segnalate fatto salvo per le tre reti interrate di scarico delle acque (linea 19 BTS NI_DENI, BTS, MTS) di cui si prevede il mantenimento in esercizio nel corso dei lavori.

In particolare la linea 19 BTS NI_DENI sarà deviata propedeuticamente a cura della Committente su una tubazione provvisoria, successivamente dovrà essere rilocata a cura dell'Appaltatore nel passamuro previsto e nel frattempo realizzato nell'ambito dei lavori in oggetto.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 14 di 131	Rev. 0

Le linee BTS e MTS saranno mantenute sempre in esercizio durante la durata dei lavori nella posizione attuale; potranno essere deviate definitivamente solo in seguito all'esecuzione, da parte dell'Appaltatore, dei passamuro previsti in progetto.

In aggiunta alle linee sopra indicate sono presenti due linee elettriche interrato costituite da più cavi elettrici in cavidotti contigui, che andranno mantenute anch'esse in esercizio nel corso dei lavori. In questo caso, dopo aver completato le opere in fondazione del setto di separazione, sarà cura dell'Appaltatore predisporre due rack metallici su cui (a cura della Committente) saranno deviate queste "utilities", per lo scavalco aereo della fascia riservata ai lavori.

Sarà cura della Appaltatore provvedere propedeuticamente:



- alla rimozione dei basamenti in c.a., alla demolizione delle strutture presenti sotto il piano campagna che interferiscono con le aree destinate all'esecuzione dei lavori (piste di lavoro, piste di transito, aree di cantiere) o con le opere in fondazione;
- al sezionamento, rimozione, intasamento e cieatura (delle estremità restanti a seconda della tipologia di reti presenti) di tutti i sottoservizi dismessi ed interferenti con le opere di fondazione, salvo quando diversamente indicato.

I principali manufatti interferenti con il setto separazione sono risultati essere attualmente i seguenti:

- edificio n. 79 e parzialmente le relative fondazioni (tratto V1-V2);
- zona n.71 (stoccaggi) e relativi basamenti in c.a. (tratto V1-V2);
- impianto n. 88 le relative fondazioni (tratto V1-V2);
- basamento ex impianto azoto (tratto V2-V3);
- fondazioni edificio 68 demolito per la parte fuori terra (tratto V2-V3);
- fondazioni dell'edificio n. 50 e relative pertinenze; la demolizione della parte fuori terra, in corso di esecuzione, sarà completata prima dell'inizio dei lavori del setto (tratto V3-V4);
- fondazioni impianto n. 47, la demolizione della parte fuori terra, in corso di esecuzione, sarà completata prima dell'inizio dei lavori del setto (tratto V4-V5);
- parte delle fondazioni della struttura n. 51 (Impianto RESOL, tratto V5-V6) su pali e superficiali in c.a. (la demolizione della parte fuori terra, in corso di esecuzione, sarà completata prima dell'inizio dei lavori del setto);
- muro di cinta prospiciente la ferrovia, parte in muratura e parte in pannelli prefabbricati, inclusa la relativa fondazione in c.a..

Le principali reti o allacci interferenti con il setto di separazione segnalate sugli elaborati grafici allegate come interrate o su rack sono di seguito indicate:

- rete elettrica 220 Volt a corrente alternata o a corrente continua;
- rete elettrica 500 Volt;
- rete elettrica 6000 Volt;
- rete fognatura BTS;

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 15 di 131	Rev. 0



- rete fognatura MTS;
- rete acqua tecnica;
- rete acqua demineralizzata;
- rete acqua industriale e antincendio;
- linea acque ammoniacali;
- linea scarico di stabilimento (scarico NI_DENI);
- linea scarico di stabilimento (ex scarico BIO);
- linea concentrato ai bacini;
- linea soluzione ai bacini;
- linea vapore MP;
- linea aria [*];
- linea azoto [*];
- linea ingresso campionamenti acque;
- linea alimentazione da bacini [*];
- linea lavaggi da IESS a bacini [*];
- linea sfiati da IESS a struttura 148 [*];
- linea alimentazione biologico da A148 A/B [*];
- linea mandata e ritorno sali (da struttura 105 a IESS), [*].

Le linee indicate con il simbolo [*] saranno dismesse propedeuticamente da Syndial prima dell'esecuzione dei lavori nel tratto di pertinenza, in accordo alla sequenzialità dei tratti da realizzare prevista nel presente progetto.

Di seguito si segnalano tutte le interferenze segnalate con le reti e con in manufatti (fuori terra ed interrati) tuttora presenti; per la rappresentazione grafica di quanto illustrato nel seguito si rimanda alle Tavole 7, 8 e 9 di progetto. I manufatti di cui è programmata la demolizione, sono in corso di smantellamento a cura di Syndial.

Per quanto riguarda l'interferenza con le previste celle di bonifica in Zona A2, l'Appaltatore non deve prevedere attività ed oneri aggiuntivi rispetto a quelli previsti per le attività di scavo ne per la gestione dei materiali di risulta, così come indicato al par. 15.

Si sottolinea che quanto qui indicato comprende i manufatti riportati nei documenti ad oggi disponibili e che pertanto non è possibile escludere la presenza di ulteriori manufatti o reti interrate in più rispetto a quelli ad oggi noti.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 16 di 131	Rev. 0

3.2 Strutture e reti esistenti (Tratto V1-V2)

Il setto di separazione a partire dal vertice V1, punto di innesto con le opere arginali, inizialmente attraversa la pista di transito interna allo stabilimento che corre parallelamente al nuovo muro di cinta. Successivamente, procedendo verso Nord, dopo aver intersecato un muro residuale di un edificio rimosso da tempo, percorre un'area libera da sovrastrutture posta tra la cabina elettrica C0 e l'edificio n. 79.

La direzione rispetto alla viabilità interna è in diagonale per cui il setto è parzialmente sovrapposto allo spigolo NE dell'edificio n. 79, di cui comunque è prevista la demolizione. In questo punto arriva anche un rack in struttura metallica di dimensioni contenute anch'esso interferente con il tracciato e dunque oggetto di demolizione.

Prima di arrivare al vertice V2 il tracciato rispettivamente interferisce con lo spigolo SE della zona stoccaggi ed i relativi basamenti in c.a. con lo spigolo NE di un magazzino realizzato con struttura leggera, con il rack su piedritti in c.a. e traversi in struttura metallica reticolare, con un deposito metallico ed il relativo basamento in c.a., con lo spigolo sud ovest di un secondo magazzino realizzato con struttura leggera, nuovamente con il rack su piedritti in c.a. e traversi in struttura metallica reticolare.

Successivamente, solo per un breve tratto, la fascia necessaria all'esecuzione dei lavori si sposta in zona A2 per non interferire con lo spigolo NE della struttura n. A148/B costituita da una grande vasca in c.a. con il fondo posto a quota maggiore del piano campagna e poggiante su una fondazione costituita da pali in c.a. di grande diametro, di cui non è prevista la demolizione

I manufatti ricadenti nella fascia prevista per l'esecuzione dei lavori saranno demoliti fino a piano campagna a cura di Syndial mentre le fondazioni che interferiranno con le opere definitive in progetto dovranno essere rimosse a cura dell'Appaltatore.

Si riportano di seguito le interferenze con i seguenti manufatti o reti segnalati in questo tratto.

V1+0,00 m

E' qui collocato l'innesto del setto di separazione con le opere arginali zona C-D/D-E. Si è già provveduto a predisporre una palancola metallica a protezione del giunto del telo in HDPE presente nel diaframma plastico già connesso nel diaframma inglobato nel nuovo muro di cinta.

V1+2,00 m

Interferenza con rete elettrica 6000 V interrata fuori servizio.



V1+7,00 m

Si segnala la possibile presenza di un doppio binario ferroviario facente parte dell'ex circuito interno a servizio dello stabilimento.

V1+9,00 m

Interferenza con rete elettrica 500 V interrata fuori servizio.

V1+13,00 m

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 17 di 131	Rev. 0

Interferenza con cavidotto con linee elettriche 6000 V, fibre ottiche e cavi telefonici attivi la cui rilocalizzazione è a cura Syndial.

V1+16,80 m - V1+32,00 m

Si segnala l'interferenza con la linea 4 della rete MTS, dove è presente anche un pozzetto di raccordo a tre vie. Le linee interferenti pertanto sono 2:

- condotta perpendicolare all'asse del setto, da mantenere mediante la realizzazione a cura dell'appaltatore del passamuro, così come descritto nel paragrafo 6.7;
- condotta in asse al setto (progressiva da V1+16,80 m a V1+32,00 m) da rimuovere in quanto messa fuori servizio preliminarmente da Syndial.

V1+18,00 m

Interferenza con rete acqua industriale/antincendio principale la cui deviazione/messa fuori servizio è a cura Syndial.

V1+20,00 m

Si segnala la possibile presenza di un binario ferroviario facente parte dell'ex circuito interno a servizio dello stabilimento.

V1+24,00 m - V1+51,00 m

Interferenza con la cella 25 m x 25 m (A4.7) risultata contaminata nei livelli superficiali di terreno (~1,0 m).

V1+27,00 m

Interferenza con rete elettrica 6000 V interrata non attiva.

V1+27,50 m - V1+36,00 m

Si segnala l'interferenza con la linea 5 e la linea 12 della rete BTS, dove è presente anche un pozzetto di raccordo a tre vie. Le linee interferenti pertanto sono 2:

- condotta perpendicolare all'asse del setto (linea 5), da mantenere mediante la realizzazione a cura dell'appaltatore del passamuro, così come descritto nel paragrafo 6.7;
- condotta in asse al setto (linea 12 progressiva da V1+27,50 m a V1+36,00 m) da rimuovere in quanto messa fuori servizio preliminarmente da Syndial.

V1+29,50 m

Interferenza con muro in c.a./muratura la cui demolizione sarà a cura di Syndial mentre la rimozione della porzione di fondazioni interferenti con il setto di separazione dovranno essere rimossa a cura dell'Appaltatore.

V1+30,00 m



Interferenza con muro residuale di modesta altezza con demolizione fino a p.c. a cura di Syndial e rimozione della fondazione a cura dell'Appaltatore.

V1+51,00 m - V1+57,00 m

Interferenza con parte della cella di caratterizzazione a maglia 25 m x 25 m (A4.13) risultata contaminata nei livelli superficiali di terreno (~1,1 m).

V1+72,00 m

Interferenza con rete MTS (linea 13 cunicolo in muratura a volta 120x80 cm) la cui deviazione è a cura Syndial.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 18 di 131	Rev. 0

Interferenza con rete acqua industriale/antincendio principale la cui deviazione/messa fuori servizio è a cura Syndial.

V1+79,00 m

Interferenza con rete elettrica 500 V interrata in cavidotto (alimentazione IESS) attiva la cui deviazione/messa fuori servizio è a cura Syndial.

V1+84,00 m

Interferenza con rete elettrica 500 V interrata in cavidotto attiva da mantenere la cui deviazione su rack è a cura Syndial.

Interferenza con rete MTS (linea 13) la cui messa fuori servizio è a cura Syndial.

Interferenza con rete acqua industriale/antincendio la cui messa fuori servizio è a cura Syndial.

V1+85,00 m – V1+115,00 m

Interferenza con spigolo dell'edificio n. 79. Demolizione fino a p.c. a cura Syndial, rimozione delle fondazioni a cura Appaltatore.

V1+95,00 m

Interferenza con rete elettrica 6000 V interrata attiva da rilocere la cui deviazione su rack è a cura Syndial.

Interferenza con rete elettrica 500 V interrata (alimentazione edificio 79).

V1+107,00 m - V1+110,00 m

Interferenza con rete acqua demineralizzata la cui deviazione è a cura Syndial.

V1+110,00 m

Si segnala l'interferenza con 2 pozzetti la cui rimozione sarà a cura dell'Appaltatore.

Interferenza con rete MTS (linea 14) la cui deviazione è a cura Syndial.

V1+114,00 m

Si segnala l'interferenza con 3 pozzetti la cui rimozione sarà a cura dell'Appaltatore.

V1+115,00 m

Interferenza con rete elettrica 500 V interrata non attiva la cui deviazione è a cura Syndial.

Interferenza con rete BTS (linea 16) e relativo pozzetto la cui deviazione è a cura Syndial.

Interferenza con rack metallico di dimensioni contenute. La rimozione delle strutture fuori terra è a cura Syndial mentre la rimozione delle fondazioni interferenti con il setto sarà a cura dell'Appaltatore.

V1+120,00 m



Interferenza con linea acqua tecnica la cui deviazione è a cura Syndial.

V1+123,00 m

Interferenza con rete MTS (linea 14) la cui deviazione è a cura Syndial.

V1+125,00 m

Interferenza con rete acqua industriale la cui deviazione è già stata eseguita cura Syndial.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 19 di 131	Rev. 0

V1+132 m - V1+138 m

Interferenza con basamento in c.a. area depositi. La rimozione dei depositi sarà a cura Syndial mentre la demolizione del basamento in c.a. sarà a cura dell'Appaltatore

V1+134,00 m

Interferenza con rete BTS (linea 16) la cui deviazione è a cura Syndial.

V1+148,00 m

Interferenza con rete BTS (linea 16) e relativo pozzetto la cui deviazione è a cura Syndial.

V1+145,00 m – V1+198,00 m

Interferenza con rete BTS (linea 16) la cui deviazione è a cura Syndial.

V1+147 m - V1+174 m

Interferenza con magazzino. La rimozione della parte fuori terra sarà a cura Syndial mentre la demolizione del basamento in c.a. sarà a cura dell'Appaltatore

V1+158 m - V1+185 m

Interferenza con cella di caratterizzazione a maglia 25 m x 25 m (A4B.10) che risulta contaminata nei livelli superficiali di terreno (~1,3 m).

V1+172 m - V1+200 m

Interferenza con rack e relativi in c.a. su pilastri in c.a. e travi in c.a.p. con reti aeree. Lo smantellamento delle reti e la relativa deviazione sarà a cura Syndial mentre la demolizione della porzione di struttura interferente, fondazioni comprese, sarà a cura dell'Appaltatore.

V1+172,00 m

Interferenza con linea acqua tecnica aerea su rack la cui deviazione è a cura Syndial.

V1+175 m - V1+184 m

Interferenza con basamento in c.a. per un deposito. La rimozione del deposito sarà a cura Syndial mentre la demolizione del basamento in c.a. sarà a cura dell'Appaltatore.

V1+194,00 m

Si segnala l'interferenza con 1 pozzettone la cui rimozione sarà a cura dell'Appaltatore.

V1+196,00 m



Si segnala l'interferenza con una pensilina. La rimozione della pensilina sarà a cura Syndial mentre la demolizione del basamento e fondazione in c.a. sarà a cura dell'Appaltatore.

V1+200,00 m

Interferenza con rete elettrica 6000 V interrata non attiva.

V1+208,00 m

Interferenza con rete BTS (linea 16) e relativo pozzetto la cui deviazione è a cura Syndial.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 20 di 131	Rev. 0

V1+212,00 m

Interferenza con rete MTS (linea 14) e relativo pozzetto la cui deviazione è a cura Syndial.

Interferenza con pozzetto

Interferenza con linea acqua tecnica la cui messa fuori servizio è a cura Syndial.

Interferenza con linea acqua industriale la cui rilocalizzazione è a cura Syndial.

3.3 Strutture e reti esistenti (Tratto V2-V3)

In questo tratto i manufatti ancora presenti sono di modesta entità ed ubicati tutti dopo l'intersezione con la strada interna allo stabilimento.

Il setto prima interseca un rack in struttura metallica leggera poi attraversa un'area su cui insisteva un edificio demolito di recente fino a piano campagna (restano pertanto presenti ancora le fondazioni) per poi intersecarsi con un rack leggero con struttura a catenaria che si collega con i depositi di azoto.

La fascia necessaria all'esecuzione dei lavori va ad interferire con i depositi di azoto ed il relativo basamento in c.a.

Tali manufatti saranno demoliti fino a piano campagna a cura di Syndial mentre le fondazioni che interferiranno con le opere definitive in progetto dovranno essere rimosse a cura dell'Appaltatore.

Si riportano di seguito le interferenze con i seguenti manufatti o reti segnalati in questo tratto.

V2 – V2+80 m

Lungo questa fascia il tracciato del setto interferisce con:

- rete BTS, linea 16;
- rete MTS, linea 14;
- linea acqua industriale;
- linea acqua tecnica.

L'effettiva interferenza dei suddetti servizi andrà verificata in corso d'opera; le attività di dismissione/rilocalizzazione degli stessi, propedeutiche all'esecuzione delle opere in progetto, sono a cura Syndial.

V2+37,00 m

Interferenza con linea acqua industriale la cui deviazione è a cura Syndial.

V2+58,00 m



Interferenza con rete MTS (linea 14) e relativo pozzetto la cui deviazione è a cura Syndial.

V2+77,00 m – V2+130,00 m

Interferenza con linea acqua tecnica la cui deviazione è a cura Syndial.

Interferenza con serbatoio per ex-bagni da 30 m³ e relativa pompa di rilancio. La rimozione dell'impianto sarà a cura dell'impresa.

V2+78,00 m

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 21 di 131	Rev. 0

Interferenza con binari interni allo stabilimento non più utilizzati.

V2+79,00 m

Interferenza con linea acqua industriale/antincendio principale la cui deviazione è a cura Syndial.

V2+80,00 m

Interferenza con rete MTS (linea 14) la cui messa fuori servizio è a cura Syndial.

V2+85,00 m

Interferenza con rete BTS (linea 16) la cui deviazione è a cura Syndial.

V2+92,00 m

Interferenza con rack. La tubazione BTS Ø 300 mm verrà rilocata e la struttura fuori terra demolita (attività a cura di Syndial). La demolizione delle fondazioni del rack è a cura dell'appaltatore.

V2+109,00 m

Interferenza con tubazione BTS Ø 300 mm interrata relativa alla rilocazione (a cura Syndial) della linea aerea sopra descritta. La condotta potrà essere rimossa solo dopo che l'Appaltatore avrà realizzato le attività di ripristino della linea aerea BTS, così come indicato nel paragrafo 6.10.

V2+98,00 m – V2+126,00 m

Interferenza impronta edificio 68, demolito. La demolizione delle fondazioni presenti interferenti con il tracciato dell'opera sarà a cura dell'Appaltatore.

V2+126,00 m – V3+0,00 m

Interferenza con rack da dismettere con le relative fondazioni, se interferenti con il setto di separazione, a cura dell'Appaltatore.

V2+94,00 m

Interferenza con linea acqua tecnica la cui deviazione è a cura Syndial.

V2+95,00 m - V2+123,00 m



Interferenza con rete BTS (linea 16) e relativi pozzetti la cui deviazione è a cura Syndial.

V2+109,00 m - V2+124,00 m

Interferenza con depositi azoto e relativo basamento in c.a. la rilocazione dei depositi sarà a cura Syndial mentre la demolizione del basamento in c.a. sarà a cura dell'Appaltatore.

V2+134,00 m

Interferenza con cavidotto per linee 500V, 6000V, fibre ottiche e linea telefonica da mantenere attive. Rilocazione dei cavi a cura Syndial.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 22 di 131	Rev. 0

3.4 Strutture e reti esistenti (Tratto V3-V4)

A partire dal vertice V3 il tracciato corre a lato della strada interna allo stabilimento ubicata tra l'edificio n. 50 e l'impianto n. 49.

Il setto intercetta due volte un rack leggero con struttura a catenaria. Il primo ramo intersecato si collega con i depositi di azoto mentre il secondo all'edificio n. 50.

La fascia necessaria all'esecuzione dei lavori va ad interferire con i depositi a servizio dell'edificio n. 50 ed il relativo basamento in c.a. e l'edificio n. 50 stesso.

Per questi ultimi manufatti è in corso la demolizione fino a piano campagna a cura di Syndial mentre le fondazioni che interferiranno con le opere definitive in progetto dovranno essere rimosse a cura dell'Appaltatore. Analogamente si procederà per i rack che saranno smantellati fino a p.c. a cura di Syndial.

L'edificio n. 49 e la catenaria non interferiscono con il tracciato del setto in questo tratto, entrambe le strutture resteranno in esercizio per tutta la durata dei lavori.

Si riportano di seguito le interferenze con i seguenti manufatti o reti segnalati in questo tratto.

V3+0,00 m – V3+25,00 m

Interferenza con rack da dismettere con le relative fondazioni, se interferenti con il setto di separazione, a cura dell'Appaltatore.

V3+0,00 m – V3+44,00 m

Interferenza con cavidotto per linee 500V, 6000V, fibre ottiche e linea telefonica da mantenere attive. Rilocazione dei cavi a cura di Syndial.

V3+10,00 m

Interferenza con linea acqua tecnica la cui deviazione è a cura di Syndial.

V3+16,00 m

Interferenza con rete MTS (linea 14) la cui deviazione è a cura di Syndial.

V3+25,00 m – V3+40,00 m

Interferenza con depositi e relativo basamento in c.a. relativi alla struttura n. 50, la rilocazione dei depositi sarà a cura di Syndial mentre la demolizione del basamento in c.a. sarà a cura dell'Appaltatore.



V3+44,00 m

Interferenza pozzetto a 4 vie per cavidotto per linee 500V, fibre ottiche e linea telefonica da mantenere attive. Da rimuovere e rilocare, a cura di Syndial, dopo la predisposizione del rack (tratto V4-V5), a cura dell'Appaltatore.

V3+44,00 m – V3+72,00 m

Interferenza con cavidotto per linee 500V, fibre ottiche e linea telefonica da mantenere attive. Rilocazione dei cavi a cura di Syndial.

V3+55,00 m – V3+115,00 m

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 23 di 131	Rev. 0

Interferenza con edificio in c.a. (struttura n. 50), la demolizione della struttura fino a p.c. è in corso di esecuzione a cura Syndial mentre la porzione delle fondazioni in c.a. interferenti con il setto sarà a cura dell'Appaltatore.

V3+58,00 m - V3+68,00 m

Interferenze con linea acqua tecnica la cui deviazione è a cura Syndial.

V3+63,00 m

Interferenza con linea acqua industriale/antincendio la cui deviazione è a cura Syndial.

V3+65,00 m

Interferenza con rete BTS (linea 17) e relativo pozzetto la cui deviazione è a cura Syndial.

V3+65 m

Interferenza con cella 25 m x 25 m (A6B.31) risultata contaminata nel terreno fino a 3,1 m da piano campagna.

3.5 Strutture e reti esistenti (Tratto V4-V5)

Da vertice V4 il tracciato del setto piega a 90° e corre a lato della piccola strada interna allo stabilimento ubicata tra impianto n. 47 ed estremità dell'impianto RESOL (edificio n. 51) da un lato e tra gli impianti n. 49 e 48A (facenti parte dell'impianto di trattamento delle acque reflue) dall'altro. Lungo questa strada sono presenti cavidotti e pozzetti che dovranno essere preservati in quanto necessari al funzionamento dell'ITAR.

A pochi metri dal vertice V4 il tracciato interseca il rack a catenaria mentre subito dopo sia il setto sia la fascia necessaria all'esecuzione dei lavori vanno ad interferire con impianto n. 47 ed i relativi depositi su basamento in c.a. e con estremità dell'impianto RESOL.

Questi ultimi manufatti saranno smantellati e demoliti fino a piano campagna a cura di Syndial mentre le fondazioni che interferiranno con le opere definitive in progetto dovranno essere rimosse a cura dell'Appaltatore. Per l'attraversamento del rack sono state studiate specifiche fasi costruttive ed opere specifiche a cura dell'Appaltatore.

Si riportano di seguito le interferenze con i seguenti manufatti o reti segnalate in questo tratto.

V4+0,00 m - V4+52,00 m



Interferenza con le celle di caratterizzazione a maglia 25 m x 25 m A6B.31 e A4B.S.51 risultate contaminate nel terreno rispettivamente fino a 3,1 m e 3,6 da piano campagna.

V4+5,00 m

Interferenza con linea acqua tecnica la cui deviazione è a cura Syndial.

V4+5,00 m – V5+0,00

Interferenza con rete MTS (linea 14) e relativi pozzetti la cui deviazione è a cura Syndial.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 24 di 131	Rev. 0

V4+7,00 m

Interferenza con rack da rilocalizzare. Sia la demolizione che la rilocalizzazione sarà a cura dell'Appaltatore.

V4+18,00 m – V4+33,00 m

Interferenza struttura 47 e relativi depositi su basamento in c.a.. Lo smantellamento dell'impianto fino a p.c. sarà a cura Syndial. La porzione delle fondazioni e basamento dell'impianto interferenti con il setto di separazione sarà a cura dell'Appaltatore.

V4+28,00 m

Interferenza con rete elettrica 500 V interrata in cavidotto attiva la cui messa fuori servizio è a cura Syndial.

V4+29,00 m – V5+0,00 m

Interferenza con circa n. 6 linee acqua industriale/antincendio la cui deviazione è a cura Syndial. Le linee possono trovarsi sia in parallelo che trasversalmente alla traccia del setto.

V4+30,00 m – V5+0,00 m

Interferenza impianto RESOL (struttura 51) sia su fondazioni superficiali in c.a. sia su fondazioni su pali in c.a.. Lo smantellamento dell'impianto fino a p.c. sarà a cura Syndial. La verifica della fondazione da mantenere ed usarsi come correa sarà a cura dell'Appaltatore così come pure la demolizione dei pali di fondazione in c.a. presenti qualora interferenti con le opere da realizzare per tutta la loro altezza di infissione.

V4+30,00 m – V5+0,00 m

Eventuale interferenza con rete BTS (linea 17) e relativi pozzetti la cui deviazione è a cura Syndial.



3.6 Strutture e reti esistenti (Tratto V5-V6)

In corrispondenza del vertice V5 il tracciato cambia direzione correndo a lato della piccola strada interna allo stabilimento ubicata tra l'impianto RESOL da un lato e parte dell'impianto di trattamento delle acque reflue dall'altro. Lungo questa strada va mantenuta la viabilità nel corso dell'esecuzione dei lavori per l'approvvigionamento dei materiali necessari al funzionamento dell'ITAR.

Lungo questo tratto la fascia necessaria all'esecuzione dei lavori va ad interferire con l'impianto RESOL che pertanto sarà demolito a cura Syndial fino a piano campagna mentre le fondazioni in c.a. su trave rovescia del rack restato incompiuto andranno mantenute mentre tutto il resto che interferirà con le opere definitive in progetto dovranno essere rimosse a cura dell'Appaltatore.

Sarà necessario rimuovere a cura dell'Appaltatore i pali in c.a. che interferiranno con le opere definitive in progetto presenti tra l'impianto RESOL ed il vertice V6.

Si riportano di seguito le interferenze con i seguenti manufatti o reti segnalati in questo tratto.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 25 di 131	Rev. 0

V5+0,00 m – V5+72,00 m

Interferenza con linea acqua industriale/antincendio principale la cui deviazione è a cura Syndial. La linea si trova in parallelo al tracciato del setto.

V5+0,00 m – V5+104,00 m

Interferenza impianto RESOL (struttura 51) sia su fondazioni superficiali in c.a. sia su fondazioni su pali in c.a.. Lo smantellamento dell'impianto fino a p.c. sarà a cura Syndial. La verifica della fondazione da mantenere ed usarsi come correa sarà a cura dell'Appaltatore così come pure la demolizione dei pali presenti interferenti con le opere da realizzare per tutta la loro altezza di infissione.

V5+0,00 m – V5+18,00

Interferenza con rete MTS (linea 17) e relativi pozzetti la cui deviazione è a cura Syndial.

V5+0,00 m – V5+113,00 m

Interferenza probabile con rete BTS (linea 17) e relativi pozzetti la cui deviazione è a cura Syndial.

V5+15,00 m – V5+30,00 m

Interferenza con cella di caratterizzazione a maglia 25 m x 25 m (A6.81) risultata contamina nel terreno fino a 8,0 m da piano campagna. Non se ne prevede la bonifica nel corso dei lavori per la realizzazione del setto.

V5+43,00 m – V5+71,00 m

Interferenza con cella di caratterizzazione a maglia 25 m x 25 m (A6.86) risultata contamina nel terreno fino a 7,7 m da piano campagna.

V5+71,00 m – V5+85,00 m

Interferenza con cella di caratterizzazione a maglia 25 m x 25 m (A6.92) risultata contamina nel terreno fino a 5,8 m da piano campagna.

V5+72,00 m – V5+107,00 m

Interferenza con circa n. 2 linee acqua industriale/antincendio la cui deviazione è a cura Syndial. Le linee si trovano in parallelo e in direzione perpendicolare alla traccia del setto.

V5+99,00 m – V5+127,00 m



Interferenza con cella di caratterizzazione a maglia 25 m x 25 m (A6.96) risultata contamina nel terreno fino a 5,9 m da piano campagna.

V5+105,00 m

Interferenza con linea 18 (BTS) scarico BIO. Attualmente la linea è fuori servizio, ma verrà ripristinata, a carico Syndial, per sostituire temporaneamente la linea 19 di scarico durante la predisposizione del relativo passamuro, onere dell'Appaltatore, tra i vertici V6-V7.

V5+127,00 m – V5+141,00 m

Interferenza con cella di caratterizzazione a maglia 25 m x 25 m (A6B.97) risultata contamina nel terreno fino a 5,6 m da piano campagna.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 26 di 131	Rev. 0

3.7 Strutture e reti esistenti (Tratto V6-V7)

In questo tratto non si segnala la presenza di sovrastrutture. E' presente un salto morfologico del piano campagna, a distanza intermedia rispetto a gli estremi di altezza non superiore a 2,0 m.

Si segnalano in particolare le interferenze con i seguenti manufatti o reti.

V6+9,00 m – V6+37,00 m

Interferenza con cella 25 m x 25 m (A6B.74) risultata contaminata nel terreno fino a 2,0 m da piano campagna. Non se ne prevede la bonifica nel corso dei lavori per la realizzazione del setto.

V6+35,00 m

Interferenza con rete elettrica 500 V interrata non attiva la cui deviazione è a cura Syndial.

Interferenza con scarico NI_DENI (BTS) linea 19 che dovrà rimanere attiva. La linea verrà deviata temporaneamente a cura Syndial. L'Appaltatore dovrà predisporre il passamuro la linea 19.

V6+37,00 m – V6+52,00 m

Interferenza con cella 25 m x 25 m (A6B.75) risultata contaminata nel terreno fino a 8,3 m da piano campagna. Non se ne prevede la bonifica nel corso dei lavori per la realizzazione del setto.

V6+43,00 m

Interferenza con binari dismessi linea ferroviaria interna.

V6+58,00 m

Interferenza con binari dismessi linea ferroviaria interna.

V6+72,00 m



Interferenza con linea acqua tecnica di alimentazione cantiere di Pian Rocchetta. La linea va mantenuta in esercizio prevedendo rilocalizzazioni provvisorie della linea a carico dell'Appaltatore.

3.8 Strutture e reti esistenti (Tratto V7-V11)

L'area oggetto dell'intervento è posta parallelamente alla linea ferroviaria Torino-Savona in un tratto compreso tra le pk 29+740 e pk 29+562 lungo il quale il filo esterno del muro esistente di recinzione dello stabilimento coincide con il limite di proprietà riportato sulle mappe catastali.

Pertanto l'attuale muro di recinzione materializza il confine di proprietà tra lo Stabilimento Syndial e la Rete Ferroviaria Italiana.

In questo tratto la linea ferroviaria corre su rilevato di altezza di circa 6,0 m rispetto al p.c. adiacente sul lato monte (quota di sommità del rilevato ferroviario compresa tra +399,15 e + 401,40 m s.l.m.) ed è separata dallo stabilimento Syndial da un muro in

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 27 di 131	Rev. 0

c.a. avente, procedendo da nord-ovest verso sud-est, altezza variabile dai 1,70 m circa ai 0,90 m, sormontato da una sopraelevazione per un certo tratto in muratura di altezza 1,60 m e per un tratto da montanti in c.a. e lastre prefabbricate che raggiungono un'altezza di circa 3,0 m.

Attualmente la quota di sommità del muro di recinzione, nel tratto di interesse, varia da +399,69 m s.l.m. a +403,76 m s.l.m..

Nel lato interno allo stabilimento il p.c. si trova più rialzato rispetto alla fascia esterna ed è in genere coincidente con la sommità del tratto di muro in elevazione in c.a.

Più a nord dell'area di intervento, in area Basso Piave, è presente il muro arginale ultimamente completato che dal cancello di stabilimento si sviluppa, per una tratta, lungo il confine di proprietà, parallelamente alla linea ferroviaria Torino-Savona.

Tale tratta di muro sormonta il diaframma plastico realizzato negli anni 1990-92 che si attesta nella substrato marnoso sottostante.

Per la realizzazione di tale diaframma è stato necessario eseguire alcuni interventi consistenti in:

- costruzione di corree di guida, con estradosso a filo piano campagna, costituite da due cordoli in c.a. posti a 1,20 m di distanza;
- costruzione di un diaframma provvisorio avente larghezza 1,20 m appoggiato al substrato marnoso sottostante;
- esecuzione, internamente al diaframma provvisorio, di un diaframma plastico definitivo di larghezza 0,6 m, costituito da miscela di cemento e bentonite con interposto telo in HDPE, immerso per circa 2,0 m nello strato marnoso;
- chiusura con tappo in argilla.

A tali opere, per la cui esecuzione è stata rilasciata autorizzazione da parte delle Ferrovie dello Stato-Compartimento di Torino e successivamente dalla società Rete Ferroviaria Italiana, andrà a raccordarsi l'opera in progetto ed oggetto della presente relazione tecnica.

Si riportano di seguito le interferenze con i seguenti manufatti o reti segnalati in questo tratto.



V7+0,00 m – V11+0,00 m

Muro di cinta dello stabilimento da rimuovere a cura dell'Appaltatore.



V7 – V9

Interferenza con rete elettrica a 500 Volt attiva su canalina la cui deviazione è a cura dell'Appaltatore. Sarà rilocata su linea provvisoria interrata ubicata lungo la recinzione di cantiere. Successivamente sempre a cura dell'Appaltatore dovrà essere rilocata lungo il muro di cinta. Interferenza con rete illuminazione stradale la cui deviazione e ripristino è a carico dell'Appaltatore.

V9 – V11

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 28 di 131	Rev. 0

Interferenza con rete elettrica a 500 Volt attiva su cavidotto la cui deviazione è a cura dell'Appaltatore. Sarà rilocata su linea provvisoria interrata ubicata lungo la recinzione di cantiere. Successivamente sempre a cura dell'Appaltatore dovrà essere rilocata lungo il muro di cinta. Interferenza con rete illuminazione stradale la cui deviazione e ripristino è a carico dell'Appaltatore.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 29 di 131	Rev. 0

4 **SINTESI DELLA CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA**

La caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del sottosuolo è stata effettuata alla luce dei risultati emersi dalle campagne di indagini eseguite a più riprese nell'area interessata ed in particolare sulla base della nuova campagna d'indagine geognostica compiuta nel Marzo-Luglio 2004 (sondaggi N1-N34) e della campagna di indagine geognostica integrativa compiuta nel Marzo-Aprile 2006 (sondaggi R01-R10), entrambe svolte lungo il tracciato planimetrico dell'opera di separazione (§ Tavv. 10, 11).

Nella Tavola 12 allegata è riportato il profilo litostratigrafico in asse diaframma plastico, in cui sono evidenziati i rapporti tra i vari orizzonti stratigrafici rilevati ed i risultati delle prove geotecniche in situ.

Nei paragrafi seguenti si riporta una sintesi della caratterizzazione stratigrafica e geotecnica e idrogeologica adottate per le analisi eseguite, in accordo a quanto riportato nella relazione geotecnica allegata al presente progetto.

4.1 **Caratteristiche stratigrafiche**

Dall'esame dei risultati ottenuti dalle indagini geognostiche indicate nel paragrafo precedente e nella Relazione geotecnica, è possibile individuare, dall'alto verso il basso, la seguente successione litostratigrafica:

- TERRENI DI RIPORTO:

Materiali riportati di natura eterogenea costituiti generalmente da materiali inerti (sabbie da fini a grossolane e ghiaie) eterometrici e polimorfi, raramente da residui di natura industriale e terreni naturali rimaneggiati.



Tali terreni si presentano generalmente da poco addensati a sciolti, con colorazioni variabili tra nocciola e nerastro.

Gli spessori dei terreni di riporto presentano un'estrema variabilità areale dei valori; le cause sono presumibilmente da imputare agli interventi antropici che nei decenni hanno rimodellato la superficie originaria del piano campagna per consentire l'insediamento delle attività produttive

In particolare lungo il tracciato del setto gli spessori di tali riporti è variabile da 9,00 m circa fino a 0,40 m in corrispondenza dell'alto strutturale.

- DEPOSITI ALLUVIONALI:

Rappresentano i terreni soggiacenti al materiale di riporto e formano il sistema dei terrazzi fluviali sul quale si è insediato e sviluppato lo stabilimento. Sono sedimenti costituiti da ghiaie eterometriche, sabbie con ghiaie e sabbie limose con presenza di ciottoli da sub-angolari a sub-arrottondati, con presenza variabile, ma comunque consistente di matrice fine sabbioso-limosa.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 30 di 131	Rev. 0

Nell'area più strettamente interessata dal setto i depositi alluvionali sono caratterizzati da una maggiore frequenza di corpi a granulometria fine, sabbioso-limosi di colorazione marrone-avana tendente al grigiastro. Localmente si riscontra la presenza di sostanze chimiche oleose nerastre.

Anche in questo caso, lungo il tracciato del setto, la distribuzione della potenza di questi depositi risente della presenza dell'alto morfologico del substrato marnoso (in tali alti i depositi alluvionali sono assenti o molto limitati); gli spessori maggiori si rinvengono marginalmente a questa struttura, con i valori compresi tra i 6 e 12 m.

-COLTRE DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO MARNOSO:

In transizione alla copertura, il tetto delle marne (substrato marnoso) è sempre caratterizzato dalla presenza di un cappellaccio di alterazione, di spessore variabile e comunque modesto che di norma è inferiore ai due metri di spessore. Tale coltre di alterazione localmente si presenta come argilla limosa mediamente consistente passante verso il basso a marna con bassa resistenza. Degradazione meteorica, squilibri meccanici sulle masse affioranti, unitamente agli effetti connessi al contatto acqua-roccia, costituiscono i principali fenomeni a cui attribuire lo sviluppo di tale coltre superficiale.

-SUBSTRATO MARNOSO:

I depositi alluvionali poggiano su un substrato litoide di natura marnosa, con subordinati livelli arenacei, ascrivibile alla Formazione di Rocchetta.

Da un punto di vista litologico si tratta di marne siltose, di colore grigio azzurro ben stratificate intervallate localmente da orizzonti prettamente arenacei; dai dati rilevati è stato valutato uno spessore della formazione di circa 150 m. Tali marne si presentano ad alto tenore calcareo, con livello di fatturazione medio-basso



Al di sotto del cappellaccio la marna si presenta talvolta fratturata per spessori che variano da alcuni decimetri ad alcuni metri.

L'integrazione dei risultati dei numerosi sondaggi eseguiti, in particolare durante la campagna geognostica del Marzo - Aprile 2004 e Marzo - Aprile 2006, ha permesso di ricostruire lo sviluppo plano-altimetrico del tetto del substrato marnoso e della stratigrafia lungo la linea di sviluppo del setto oggetto di studio.

La locale sequenza litostratigrafica è schematizzata nella sezione interpretativa riportata nella Tav. 12 in allegato, eseguita lungo il tracciato del setto, consentendo una rapida visualizzazione della distribuzione delle principali tipologie dei depositi attraversati.

4.2 Caratterizzazione geotecnica

Di seguito viene fornita un'indicazione dei parametri geotecnici medi relativi alle formazioni precedentemente individuate ed adottati per il dimensionamento delle opere.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 31 di 131	Rev. 0

Si evidenzia che i valori dei parametri geotecnici adottati sono congruenti con quelli generalmente attribuibili per la caratterizzazione geotecnica delle formazioni all'interno dello stabilimento.

Per una descrizione esaustiva della caratterizzazione geotecnica si veda la relazione geotecnica allegata.

- TERRENO DI RIPORTO

Per i seguenti parametri geotecnici, in relazione al dimensionamento delle opere di confinamento, si ritengono significativi i seguenti valori medi operativi:

- $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$ (peso unità di volume),
- $\phi' = 28^\circ \div 35^\circ$ (angolo di resistenza al taglio di picco),
- $E' = 20 \text{ MPa}$ (modulo elastico equivalente).

- FORMAZIONE ALLUVIONALE

Per i seguenti parametri geotecnici, in relazione al dimensionamento delle opere di confinamento, si ritengono significativi i seguenti valori medi operativi:

- $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$ (peso unità di volume),
- $D_r (\%) = 50$ (densità relativa),
- $c' = 0 \text{ kPa}$ (coesione drenata),
- $\phi' = 30^\circ$ (angolo di resistenza al taglio di picco),
- $E' = 30 \text{ MPa}$ (modulo elastico equivalente).



- COLTRE DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO MARNOSO

Per i seguenti parametri geotecnici, in relazione al dimensionamento delle opere di confinamento, si ritengono significativi i seguenti valori medi operativi:

- $\gamma = 22,0 \text{ kN/m}^3$ (peso unità di volume),
- $c' = 150 \text{ kPa}$ (coesione drenata),
- $\phi' = 25^\circ$ (angolo di resistenza al taglio di picco),
- $E' = 2500 \text{ MPa}$ (modulo elastico equivalente).

- FORMAZIONE MARNOSA

Per i seguenti parametri geotecnici, in relazione al dimensionamento delle opere di confinamento, si ritengono significativi i seguenti valori medi operativi:

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 32 di 131	Rev. 0

- $\gamma = 24,0 \text{ kN/m}^3$ (peso unità di volume apparente),
- $c' = 200 \text{ kPa}$ (coesione drenata),
- $\phi' = 25^\circ$ (angolo di resistenza al taglio di picco),
- $E' = 2900 \text{ MPa}$ (modulo elastico equivalente).

Si evidenzia come i valori dei parametri geotecnici ricavati dall'interpretazione delle prove in situ eseguite e dei risultati delle prove di laboratorio, siano in accordo con quelli generalmente attribuibili alle formazioni all'interno dello stabilimento.

Per quanto riguarda le caratteristiche di deformabilità e resistenza al taglio dei terreni provenienti dall'attività di bonifica, collocati nella zona A1 a tergo del muro, al fine di individuare la spinte delle terre e di modellare l'interazione struttura - terreno, sono stati assunti i seguenti valori medi operativi:

- TERRENI PROVENIENTI DALLE BONIFICHE

Seppur il materiale proveniente dalle bonifiche sia presumibilmente eterogeneo, al fine delle analisi in oggetto ed adottando valori cautelativi; si ritengono significativi i seguenti valori medi operativi:



- $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$ (peso unità di volume),
- $c' = 0 \text{ kPa}$ (coesione drenata),
- $\phi' = 24^\circ$ (angolo di resistenza al taglio di picco),
- $E' = 8 \text{ MPa}$ (modulo elastico equivalente).

- CAPPING: STRATO VEGETALE (1,00 M)

- $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$ (peso naturale dell'unità di volume),
- $c' = 0 \text{ kPa}$ (coesione drenata),
- $\phi' = 23^\circ$ (angolo di resistenza al taglio di picco),
- $E' = 9 \text{ MPa}$ (modulo elastico equivalente).

- CAPPING: STRATO SABBIOSO (1,00 M)

- $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$ (peso naturale dell'unità di volume),
- $c' = 0 \text{ kPa}$ (coesione drenata),
- $\phi' = 30^\circ$ (angolo di resistenza al taglio di picco),
- $E' = 25 \text{ MPa}$ (modulo elastico equivalente).

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 33 di 131	Rev. 0

4.3 Inquadramento idrogeologico

Da un punto di vista idrogeologico, i terreni dell'area in studio possono essere raggruppati in due litozone ben distinte: depositi alluvionali e substrato litoide.

La circolazione idrica sotterranea si sviluppa prevalentemente all'interno dei materiali alluvionali e di riporto che sono sede dell'unico acquifero superficiale rilevato, delimitato alla base dal substrato marnoso impermeabile, che ne costituisce l'aquicluda di base con spessori dell'ordine dei 150 m.

L'acquifero, a luoghi semi confinato, presenta modesto spessore (mediamente 2 - 3 m) e si annulla dove la falda viene intercettata dalle opere di drenaggio (trincee drenanti, diaframmi drenanti e pozzi); la soggiacenza della superficie piezometrica, all'interno dello stabilimento è mediamente compresa tra i 5÷6 m, mentre varia da 1,5 a 4 m nelle aree golenali.

La falda acquifera viene alimentata dall'infiltrazione delle acque meteoriche nell'area dello stabilimento, dalle acque di ruscellamento provenienti dai rilievi circostanti, che si infiltrano nei terreni posti nella zona a monte lato ferrovia e lato ponte Donegani.

L'andamento della soggiacenza della falda, ovvero della profondità della falda dal piano campagna, elaborata con riferimento alla piezometria dell'Aprile 2000 (Rif. /k/), evidenzia la prevalenza di valori nell'ordine dei 2 m per una ampia parte del settore centro-meridionale dello stabilimento, con significativa riduzione dei valori in corrispondenza dell'alto strutturale e in un piccolo settore dell'area orientale, quasi a ridosso degli affioramenti che limitano a N l'area di stabilimento.



Il settore occidentale e nord-occidentale, dove la soggiacenza aumenta considerevolmente, perdono invece di significato alla luce della presenza di terreni di riporto. In generale anche la mappa di soggiacenza va letta alla luce dell'assetto strutturale del substrato marnoso, con avvicinamenti evidenti della piezometria alla superficie topografica in corrispondenza proprio di aree di alto del substrato.

I depositi alluvionali sono caratterizzati da una permeabilità primaria medio alta con valori di k compresi tra 10^{-3} e 10^{-6} cm/s, associabili alla natura mediamente grossolana dei materiali.

Per quanto riguarda il substrato litoide, costituito prevalentemente dalle marne di Rocchetta, nelle varie campagne di indagine condotte nell'area dello stabilimento sono state eseguite diverse prove di permeabilità (tipo Lugeon) al fine di determinare le caratteristiche idrogeologiche delle marne e per testare la tenuta delle marne.

Per un dettaglio delle indagini eseguite si rimanda alla Relazione geotecnica, in cui viene fornito un dettaglio sulle caratteristiche di tenuta idraulica del substrato marnoso.

In generale, dall'analisi dei dati raccolti nel corso delle diverse campagne di indagine, si evince 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 compresi tra 10^{-7} cm/s e 10^{-9} m/sec, paragonabili comunque ai valori di permeabilità tipici di terreni impermeabili quali le argille.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 34 di 131	Rev. 0

4.4 Piezometria

La piezometria del sito è stata ricostruita sulla base dei dati piezometrici acquisiti nell'ambito dell'area di stabilimento, distribuiti su un ampio arco temporale che va dal 1989 fino ad oggi; essa mostra andamento divergente delle linee di deflusso e una certa omogeneità durante tutto l'anno idrogeologico: i percorsi preferenziali e le direzioni di deflusso rimangono costanti sia nei periodi di massima ricarica (aprile-maggio) sia nei tempi di massimo svuotamento (agosto-settembre).

Il deflusso sotterraneo avviene secondo due direzioni principali condizionate dalla presenza di un alto morfo-strutturale del substrato, che crea uno spartiacque sotterraneo ben delineato con direzione E-O, dai quali le linee di deflusso tendono a divergere in direzione radiale.

Il deflusso avviene in generale dal margine vallivo verso l'alveo del Fiume Bormida evidenziando l'esistenza di una certa componente di alimentazione proveniente dalle acque superficiali dei rilievi collinari che s'infiltrano nel sottosuolo e da infiltrazione diretta.

Nel settore settentrionale la falda defluisce verso N-NO con direzioni perpendicolari all'alveo del corso d'acqua, in questa zona la falda ha una direzione di deflusso radiale rispetto al dosso del substrato, nel settore centrale dello Stabilimento il deflusso della falda avviene verso SO mentre nella parte sud-orientale la falda defluisce verso S-SE.

Nella parte SE dello Stabilimento la piezometria è caratterizzata da una maggiore uniformità dettata dalla regolarità del substrato che in questa zona è privo di incisioni e rilievi, da una maggior omogeneità dei depositi alluvionali e dall'azione della barriera idraulica posta a margine dello Stabilimento⁽¹⁾.



Nei mesi piovosi, le quote del livello piezometrico variano da un massimo di 412÷407,0 m s.l.m. a quote minime di 390,7÷385,0 m s.l.m., mentre i livelli minimi registrati nel mese di settembre variano da quota 403,1÷403,9 m s.l.m. a quote di 390,6÷385,1 m s.l.m..

Il periodo di maggior ricarica naturale, osservando le escursioni della falda, risulta essere quello compreso tra marzo e maggio.



I valori delle escursioni della falda sono ridotti e compresi generalmente tra 10÷70 cm, le oscillazioni maggiori si hanno nelle zone poste verso il margine del fondovalle (valore massimo 1,4 m), mentre in prossimità del corso d'acqua le variazioni sono, in alcuni piezometri, dell'ordine di qualche centimetro in ragione del controllo esercitato dai pozzi in emungimento.

Delle tre piezometrie elaborate in precedenti rapporti (Rif. /k/), nel presente lavoro è stata assunta quella relativa al mese di Gennaio 2001, che si distingue rispetto alle altre elaborate (Aprile e Agosto 2000 rispettivamente per la massima e la minima

⁽¹⁾Nel settore centrale dell'area produttiva, vi è un evidente variazione della spaziatura tra le isopieze 397,00 e 398,00 m s.l.m., tale fenomeno è probabilmente riconducibile alla combinazione tra la locale situazione stratigrafica, ossia alla presenza di una lente limo argillosa a bassa permeabilità nella zona a monte e la morfologia semi - pianeggiante del substrato

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 35 di 131	Rev. 0

alimentazione del sistema) per la completezza dei dati disponibili soprattutto nei settori interni dello stabilimento.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 36 di 131	Rev. 0

5 INTERAZIONI ED INTERFERENZE

5.1 Interazione del setto con il regime delle acque sotterranee

Al fine di valutare l'interazione del setto con il regime delle acque sotterranee, già in fase di progetto preliminare, sulla base del modello matematico di flusso delle acque sotterranee elaborato e calibrato per l'intera area dello stabilimento, è stata realizzata una simulazione di flusso con la presenza di uno sbarramento che rappresenta il setto (par. 5.3 "Modello matematico di flusso", Rel. 02, Rif. /h/).

La simulazione è stata realizzata introducendo l'opera di sbarramento in forma di barriera di permeabilità pressoché nulla e come riferimento iniziale delle condizioni piezometriche è stato utilizzato il modello calibrato per il Gennaio 2001, poiché ritenuto privilegiato data la maggiore densità di punti di osservazione disponibili (soprattutto nelle aree interne allo stabilimento).

I risultati della modellazione eseguita, dall'osservazione degli andamenti piezometrici e delle direzioni di flusso, indicavano che, in assenza dei previsti interventi di regimazione e raccolta delle acque superficiali nella zona a monte dello stabilimento, un impatto apprezzabile si osservava nel settore meridionale dello stabilimento, immediatamente a sud dell'alto morfologico.

Questo settore si caratterizza infatti per conducibilità idrauliche relativamente più elevate rispetto a quelle delle aree circostanti nonché per uno spessore saturo apprezzabile (anche dell'ordine di qualche metro).



Il modello indicava che, in assenza appunto degli interventi di regimazione e raccolta delle acque superficiali lungo il confine nord di stabilimento, la realizzazione dell'opera di sbarramento indurrebbe una variazione piezometrica, il cui valore massimo sarebbe stimabile nell'ordine di 1,5-2 m nel settore centro-meridionale (§ Figura 1).

Procedendo verso il settore più settentrionale del setto impermeabile, nella porzione posta al confine con l'area dell'impianto ITAR, anche per la specifica collocazione che lo vede intrappolato tra il limite degli affioramenti immediatamente a nord-est e l'alto morfologico immediatamente a sud, si avrebbe un effetto sulla piezometria.

Comunque, al fine di limitare il carico idraulico a monte, in tale settore si prevede la realizzazione di opere di drenaggio (pozzi drenanti) che siano in grado di intercettare i flussi in alimentazione dal lato monte.

Per quanto attiene la valutazione dell'impatto della costruenda barriera impermeabile lungo il settore a nord dell'area Basso Piave, vanno in primo luogo avanzate alcune considerazioni di carattere generale, desumibili dai rilievi topografici esistenti, dal modello digitale risultante dal volo CASI/ALTM, dall'andamento del basamento e dalle piezometrie ricostruite nel settore e già presentate e commentate a suo tempo in BASI (2002) (§ Rif./i/).

In primo luogo il basamento impermeabile si approfondisce dall'alto morfologico verso NO, in direzione del corso del Bormida, con almeno una marcata discontinuità topografica, poco a nord della sommità dell'alto morfologico (ben evidente quest'ultima in Figura 2). Nel suo complesso, l'assetto del substrato sembra controllare

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 37 di 131	Rev. 0

l'andamento della piezometria, che con una direzione di deflusso prevalente verso N-NO si caratterizza quindi per un andamento tendenzialmente parallelo alla costruenda barriera (rif. piezometria del Gennaio 2001- Figura 3) Un riesame complessivo dei dati storici disponibili conferma come, al di là della singola piezometria riportata in Figura 3, il deflusso sotterraneo prevalente nell'area sia proprio in direzione NNO verso il corso del Bormida e verso la barriera pozzi attualmente in funzione nel settore del Basso Piave.

Il settore immediatamente a ridosso della ferrovia, nella parte nord dello stabilimento, si caratterizza per una area significativamente depressa, spesso interessata da fenomeni di ristagno d'acqua. Tale settore è schematicamente riportato in Figura 4, quale risultante dal modello digitale del terreno prodotto nel corso del rilievo CASI/ALTM; tale rilievo cattura molto bene la depressione topografica allungata proprio a ridosso della ferrovia.

In generale, la depressione in questione, con quote nell'ordine dei 393 m s.l.m., gioca sostanzialmente un ruolo di collettamento delle acque provenienti da monte e presumibilmente un ruolo drenante anche per le acque sotterranee. L'acqua che si accumula nel settore è storicamente rimossa per drenaggio naturale verso il corso del fiume Bormida poco più a nord.

Nelle condizioni sopra indicate la barriera causerebbe un impatto nullo o del tutto trascurabile sul deflusso idrico sotterraneo.

Per quanto riguarda l'area interna alla zona A1, si osservano zone che in conseguenza della mancata alimentazione a monte, intercettata dal setto impermeabile, si verrebbero a trovare, ferme restando le condizioni al contorno imposte nel modello, in condizioni di non saturazione o comunque da spessori saturi molto contenuti. Questo conferma che il sistema di drenaggio interno alla zona A1, una volta completato il confinamento dell'area e la chiusura della stessa, avrà in carico il solo drenaggio del percolato fino al prosciugamento dello stesso.



5.2 Interferenze con la rete ferroviaria

L'opera in progetto si svilupperà per un tratto planimetrico longitudinale di circa 179 m parallelamente alla linea ferroviaria Torino-Savona, alla distanza minima di 13,66 m dall'asse della rotaia più vicina.

Ai fini di richiesta di deroga al D.P.R. n. 753 del 11/07/80 ed in risposta alla richiesta di RFI (Rif. /o/) di integrazione del progetto definitivo, sono state eseguite delle analisi di interazione terreno-struttura e verifiche di stabilità finalizzate appunto alla valutazione delle condizioni della sede ferroviaria rispetto alle fasi esecutive e alle modalità di scavo previste per la realizzazione dell'opera di contenimento (§ Rif./a/).

In particolare tali analisi hanno riguardato:

- la valutazione delle sollecitazioni agenti sugli elementi strutturali quali i setti in c.a. nelle varie fasi di scavo;
- la valutazione dei cedimenti al di sotto del rilevato ferroviario nelle varie fasi esecutive e di scavo;
- verifiche di stabilità degli scavi

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 38 di 131	Rev. 0

anche alla luce dei carichi ferroviari derivanti dagli aggiornamenti normativi (§ Decreto Ministeriale 14 settembre 2005 “Norme tecniche per le costruzioni”, § 6.3.1.2.2).

I risultati delle analisi eseguite hanno indicato che sia le tensioni che lo stato deformativo agenti sui setti strutturali sono sempre compatibili con l'integrità strutturale e la funzionalità degli stessi.

Nonostante le condizioni adottate nella modellazione, con particolare riferimento al fatto che mentre da un punto di vista esecutivo gli scavi avvengono per fronti limitati (lunghezza 2,50-5,0 m) nelle analisi vengono assunti invece di sviluppo planimetrico illimitato, i risultati in termini di spostamenti sotto il rilevato ferroviario esistente indicano la non sussistenza di problematiche di interferenza tra gli scavi e le condizioni tensio-deformative al di sotto del rilevato ferroviario stesso.

In particolare gli spostamenti risultano, per ogni fase di costruzione esaminata, di valori inferiori a 0,28 mm e presentano valori cumulativi (determinati al termine dell'esecuzione di tutte le fasi di costruzione) inferiori a circa 0,3 mm.



Valori di spostamento così limitati perdono di significato fisico quantitativo, ma sono indice di una sostanziale indipendenza tra fasi di costruzione delle opere e cedimenti del rilevato ferroviario esistente.

Le analisi mostrano inoltre che l'eventuale presenza di un mezzo ferroviario sul binario di fatto non è capace di indurre fenomeni di instabilità sulle pareti di scavo, non interferendo il bulbo di pressioni del carico del mezzo con quello generato dallo scavo, ne cambia le condizioni di stabilità nell'intorno dello scavo.

RFI, a seguito della documentazione sopra prodotta, ha autorizzato ai sensi del D.P.R. 753/80 (§ Rif. In/, *Autorizzazione Rete Ferroviaria Italiana con lettera del 14/04/2006, Class.: RFI/DI.TO.TC.OC.03. Oggetto: "Rif.Prat. n. 11519. Messa in sicurezza permanente zona A1 – Setto di separazione zone A1 e A2 – Progetto Definitivo" e relative prescrizioni e allegati*) con prescrizioni, l'esecuzione dell'opera.

In particolare, le prescrizioni relative all'esecuzione dell'opera e che dovranno essere rispettate durante la conduzione dei lavori sotto diretta sorveglianza della D.L., sono:



- di prendere atto della preesistenza della linea ferroviaria, degli impianti ferroviari e dell'esercizio che su di esso si svolge;
- che gli scavi relativi alla realizzazione delle opere da eseguire in prossimità della Linea Ferroviaria saranno eseguiti per conci in modo da garantire la stabilità del rilevato ferroviario e la geometria del binario;
- che in ogni caso per l'intera durata dei lavori predisporrà, a propria cura e spese, un monitoraggio topografico continuo del binario al fine di rilevare la stabilità geometrica dello stesso ed eventuali cedimenti del binario, del quale sarà tenuto costantemente informato il Capo Tecnico della linea interessata;
- che durante tutte le fasi lavorative non si avranno mai interferenze del cantiere con la sede ferroviaria e che gli operai ed i macchinari impiegati non invaderanno mai la sede e la proprietà ferroviaria;
- che, prima dell'esecuzione dei lavori, prenderà atto che i rischi specifici esistenti nel sito in oggetto dell'intervento sono:
 - presenza di cavi della linea di contatto T.E. alimentata a 3 KV;
 - circolazione treni : investimento;
 - possibile presenza di sottoservizi;
- che concorderà, con congruo anticipo, modalità e tempi d'esecuzione degli interventi con il Capo Tecnico della linea competente per giurisdizione;

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 39 di 131	Rev. 0

- di assumersi ogni responsabilità in merito alla verifica della sicurezza in fase dei lavori di cui trattasi, al rigoroso rispetto della normativa vigente, nonché all'osservanza delle indicazioni che dovessero essere mosse in tal senso dal personale ferroviario incaricato;

Inoltre da parte del Direttore dei lavori dovrà essere sottoscritta la lettera di assunzione di responsabilità per il rispetto dei suddetti punti.

Sempre a cura del Direttore dei Lavori, a fine lavori, dovranno essere presentate le certificazioni materiali.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 40 di 131	Rev. 0

6 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il setto di separazione della zona A1 dalla zona A2, lungo il suo sviluppo planimetrico (§ Tavole 13, 14 e 15), si differenzia in quattro sezioni tipologiche strutturali (§ Tavole 23, 24, 25 e 26), in relazione alle caratteristiche stratigrafiche del terreno di fondazione incontrate in ogni tratto ed alla quota raggiunta dalla riprofilatura finale della Zona A1.

Per tale ragione le tipologie previste presentano una parte fuori terra, di altezza tale da contenere il futuro dislivello che verrà a crearsi tra la zona A1 e A2 e dimensionata per resistere alle spinte delle terre da esso derivanti.

Le parti in fondazione (setti strutturali, pali, taglioni, a seconda dei casi) sono sempre accoppiate ad un diaframma plastico composito.

Lo sviluppo planimetrico risulta essere pari a circa 914 m.

In Zona A2, a ridosso del setto di separazione, allo scopo di controllare il livello della falda soggiacente, è prevista la realizzazione di una barriera costituita 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 si prevede la realizzazione di una trincea drenante superficiale per il drenaggio delle acque nella zona compresa tra la linea ferroviaria e muro di recinzione dello stabilimento.

6.1 Tipologia "A"



La Tipologia A è relativa al tratto compreso tra il vertice V1 ed una distanza di 32,30 dal vertice V3, di estensione pari a 321 m circa. E' composta da una palificata posta a tergo del diaframma plastico realizzata mediante una doppia fila di pali (interasse tra le file pari a 1,10 m) in c.a. trivellati del diametro di 900 mm ad interasse di $i=2,00$ m, immorsati mediamente 2,50-3,00 m in marna e connessi in testa da un cordolo continuo in c.a..

Il muro di sostegno in c.a., realizzato immediatamente a valle della paratia di pali, presenta in fondazione due taglioni in c.a. (spessore 0,60 m ed altezza 1,0 m) collegati da un solettone di fondazione di larghezza 3,00 m e spessore 1,00 m.

L'opera di isolamento idraulico posta al di sotto del muro è costituita da un diaframma plastico composito definitivo di 1,00 m di spessore minimo, spinto fino alla profondità definita dalle verifiche di tenuta idraulica in base alla permeabilità locale del substrato marnoso.

In questo tratto si ricorre alla palificata composta da una doppia paratia di pali per:

- proteggere il diaframma plastico rispetto alle tensioni orizzontali indotte negli orizzonti superficiali di depositi sciolti dagli incrementi tensionali pluriassiali derivanti dalla realizzazione di un riporto esteso per la quasi totalità della zona A1 e stimabili nell'ordine di alcuni kg/cm^2 ;
- limitare la spinta delle terre sul paramento interno (zona A1) del muro di contenimento in elevazione chiamato a contenere il rinterro a tergo in zona A1 e facendo conseguentemente gravare su di esso la sola spinta dello strato di chiusura (capping).

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 41 di 131	Rev. 0

L'esecuzione di eventuali interventi tipo scavi di bonifica in zona A2, in relazione alle modeste profondità di asportazione previste potrà avvenire contestualmente all'esecuzione del setto o in futuro verificandone comunque in dettaglio la metodica e la successione di scavo (per esempio a campioni di estensione contenuta).

Il getto e la maturazione della miscela del diaframma plastico in ambiente controllato e separato da agenti perturbativi quali il deflusso delle acque di falda e franamenti delle pareti di scavo sarà garantita tramite l'esecuzione di una doppia cortina di colonne di jet grouting (ognuna di spessore minimo pari 80 cm) disposte parallelamente al diaframma plastico definitivo con interasse di 0,60 m tra le colonne e distanza pari ad 1,60 m tra le due file, spinte in profondità fino alla marna integra.

6.2 Tipologia "B"



La Tipologia B è relativa al tratto che va da una distanza di 32,30 a monte del vertice V3 fino al vertice V7 di estensione pari a 409 m circa. E' costituita da un'opera in calcestruzzo (muro di sostegno in c.a.) fondata direttamente sul substrato marnoso tramite setti strutturali, con una parte fuori terra per un'altezza tale da contenere il dislivello tra la zona A1 e A2 in seguito alla riprofilatura della prima e conseguentemente dimensionata per resistere alle spinte delle terre, accoppiata ad un diaframma plastico composito di 1,00 m di spessore, spinto fino alla profondità dalle verifiche di tenuta idraulica in base alla permeabilità locale del substrato marnoso.

Lateralmente al diaframma plastico e per tutto il suo sviluppo planimetrico, saranno realizzati due diaframmi strutturali in c.a (cls Rck 30,0 N/mm², acciaio per cemento armato B450C) immorsati direttamente nel substrato marnoso; questi avranno spessore di 0,80 m e interasse pari a 1,80 m.

Tali setti strutturali saranno realizzati fino ad una profondità da p.c. locale tale da attraversare completamente i depositi alluvionali superficiali ed eventualmente i riporti, e il cappellaccio di alterazione delle marne, in particolare per un immorsamento non inferiore a 1,00 m nel substrato marnoso lapideo intatto.

Alla presenza in tale tratto dei diaframmi strutturali si ricorre per:

- protezione del diaframma plastico rispetto alle tensioni orizzontali indotte negli orizzonti superficiali di depositi sciolti dagli incrementi tensionali pluriassiali derivanti dalla realizzazione di un riporto esteso per la quasi totalità della zona A1 e stimabili nell'ordine di alcuni kg/cm²;
- garantire il getto e la maturazione della miscela del diaframma plastico in ambiente controllato e separato da agenti perturbativi quali il deflusso delle acque di falda e franamenti delle pareti di scavo;
- fornire adeguata fondazione al muro in elevazione chiamato a contenere le azioni conseguenti al rinterro a tergo in zona A1;
- possibilità di operare in zona A2 con eventuali interventi limitati (tipo scavi limitati all'ordine del metro e mezzo e rinterri limitati all'ordine del metro e mezzo dal p.c.) senza produrre perturbative sulle condizioni al contorno del diaframma plastico.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 42 di 131	Rev. 0

6.3 Tipologia “C”

La Tipologia C è relativa al tratto V7-V10 di estensione pari a 159 m circa. Tale tipologia non si discosta sostanzialmente dalla Tipologia B.

L'unica differenza risiede nella posizione del paramento murario in elevazione del muro di sostegno. La base del paramento di valle, al fine di realizzare l'opera entro i confini di proprietà, è posizionata in linea con il bordo più a valle della fondazione, posto in corrispondenza del limite di proprietà.

6.4 Tipologia “D”

Tipologia D è relativa al tratto V10-V11 di estensione pari a 20 m circa. Tale tipologia riprende la geometria dell'opera già costruita nel corso delle opere arginali di protezione delle piene del fiume Bormida (denominata Tipologia 0) ed a cui le nuove opere di separazione verranno a innestarsi in corrispondenza del vertice V11.

Questa tipologia si compone di un muro di sostegno in c.a., la cui fondazione presenta due taglioni. La fondazione è larga 4,00 m con spessore di 0,50 m. Il taglione di monte ha un'altezza di circa 1,0 m mentre il taglione di valle ha un'altezza di circa 2,0 m, entrambi i taglioni hanno uno spessore di 0,50 m.

L'opera di isolamento idraulico posta al di sotto del muro è costituita da un diaframma plastico composito definitivo di 1,00 m di spessore minimo, spinto fino alla profondità definita dalle verifiche di tenuta idraulica in base alla permeabilità locale del substrato marnoso.



Anche in questo caso qualunque eventuale variazione delle condizioni al contorno sull'opera rispetto a quelle di progetto, tipo eventuali scavi o rinterri operati esternamente al confine di stabilimento dovranno essere oggetto di specifica analisi e verifica.

Il getto e la maturazione della miscela del diaframma plastico in ambiente controllato e separato da agenti perturbativi quali il deflusso delle acque di falda e franamenti delle pareti di scavo sarà garantita tramite l'esecuzione di una doppia cortina di colonne di jet grouting (ognuna di spessore minimo pari 80 cm) disposte parallelamente al diaframma plastico definitivo con interasse di 0,60 m tra le colonne e distanza pari ad 1,60 m tra le due file, spinte in profondità fino alla marna integra.

6.5 Accessi dalla zona A2 alla zona A1

L'accesso alla zona A1 dalla zona A2, ad opere ultimate, avverrà attraverso il passaggio previsto lungo il tratto V4-V5 in prossimità del vertice V4.

Per consentire il riempimento della zona A1 nel progetto è stato previsto un varco provvisorio coincidente nella stessa posizione di quello definitivo ed due ulteriori varchi provvisori in prossimità del vertice V1 e del vertice V3 all'altezza dell'edificio 71 per consentire la transitabilità lungo l'intera pista perimetrale retrostante le opere arginali.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 43 di 131	Rev. 0

Entrambi saranno ricavati lasciando incompiuta la parete in elevazione dei due pannelli di setto interessati. Su entrambi saranno comunque posti in opera i ferri di ripresa necessari per il completamento delle strutture in c.a. in tempi successivi, in modo da restituire la continuità alla parte fuori terra. I ferri di ripresa saranno lasciati in attesa protetti da un adeguato strato di calcestruzzo.

6.6 Descrizione degli elementi costruttivi adottati

6.6.1 Diaframma plastico

Planimetricamente il diaframma plastico è posizionato pressoché al centro dello stabilimento con andamento sud-ovest nord-est, per un complessivo sviluppo longitudinale di 914 m circa.

Avrà uno spessore di 1,00 m e sarà costituito da un corpo di miscela plastica acqua/cemento/ bentonite/additivi al cui interno, in posizione verticale e centrata, sarà posto un telo in HDPE dello spessore di 2,5 mm.

Lateralmente e superiormente il diaframma plastico in esame sarà accoppiato, a seconda delle tipologie, a:

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

La profondità dal piano campagna del diaframma plastico dimensionato varia tra un minimo di 8,00 m circa a un massimo di 26,00 m.



Nella Tavola 18 è riportato il profilo del diaframma plastico definitivo con evidenziato l'andamento dell'immorsamento in marna integra.

6.6.2 Jet grouting

Per eseguire la Tipologia A e la Tipologia D si dovrà preventivamente eseguire un trattamento colonnare dei terreni, costituenti le pareti dello scavo laterali al diaframma composito, realizzato con la tecnica del jet grouting coinvolgendo uno spessore degli stessi di almeno 0,60 m per lato, spinto ad una profondità tale da intestarsi nel substrato marnoso per almeno 0,50 m. Le profondità interessate dal trattamento sono riportate nella Tavola 16.

Il consolidamento, per ogni lato, sarà eseguito con colonne del diametro minimo pari a 800 mm, poste ad interasse non superiore a 0,60 m. La distanza reciproca tra gli assi delle due cortine è prevista pari a 1,60 m.

Il trattamento avverrà con miscela plastica (acqua, cemento, bentonite, additivi e/o filler) iniettata ad alta pressione con sistema mono o bifluido.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 44 di 131	Rev. 0

La doppia cortina di terreno consolidato ha la funzione di modificare le caratteristiche fisiche e le proprietà idrauliche dei terreni in posto migliorandole in modo da formare uno strato di protezione del diaframma plastico definitivo sia durante la fase di scavo, mediante l'asportazione del terreno interposto non consolidato, sia durante maturazione della miscela plastica dalla possibile percolazione degli inquinanti (terreni di riporto e alluvionali).

6.6.3 Diaframmi strutturali

Lateralmente al diaframma plastico e per lo sviluppo planimetrico stabilito per la Tipologia B e per la Tipologia C, saranno realizzati due diaframmi strutturali in c.a. (cls R_{ck} 30,0 N/mm², acciaio per cemento armato B450C) immorsati direttamente nel substrato marnoso; questi avranno spessore di 0,80 m e interasse pari a 1,80 m.

Tali setti strutturali saranno realizzati fino ad una profondità da p.c. locale tale da attraversare completamente i depositi alluvionali superficiali ed eventualmente i riporti, e il cappellaccio di alterazione delle marne, in particolare per un immorsamento non inferiore a 1,00 m nel substrato marnoso lapideo intatto (§ Tavola 19).

In testa, tali setti saranno collegati tramite idonea armatura di ripresa alla soletta di fondazione in c.a. del muro in elevazione.

L'altezza del diaframma strutturale dimensionata varia tra un minimo di 2,50 m circa a un massimo di 16,00 m circa.



6.6.4 Palificata

Nel tratto V1-V4 del setto di separazione (estensione 321 m circa), in corrispondenza della Tipologia A è prevista la realizzazione di una palificata a tergo del muro di sostegno e del sottostante diaframma (§ Tavola 17).

Questa struttura ha la funzione di assorbire gli stati tensionali orizzontali esercitati dal terreno a tergo del diaframma plastico e sfruttando l'effetto arco che si sviluppa tra i pali grazie alla loro disposizione ravvicinata, si comporta come un'opera pressoché continua nei confronti degli incrementi tensionali orizzontali prodotti nel terreno di fondazione dal ricarico generalizzato interno alla zona A1.

La palificata è composta da due file ravvicinate di pali trivellati in c.a. accostati (cls R_{ck} 30,0 N/mm², acciaio per cemento armato B450C) del diametro di 900 mm disposti a quinconce; le due file sono disposte ad interasse di 1,10 m mentre l'interasse dei pali lungo ogni fila è di $i = 2,00$ m. I pali saranno immorsati mediamente 2,50-3,00 m nella marna integra e connessi in testa da un cordolo continuo in c.a. (§ Tavola 17).

La perforazione per l'esecuzione dei pali dovrà essere eseguita a rotazione con l'ausilio di rivestimento metallico provvisorio per tutta la lunghezza del palo entro il tratto in terreno sciolto, al fine di mantenere stabile il foro. In alternativa il rivestimento metallico provvisorio potrà essere sostituito dalla perforazione con ausilio di fanghi bentonitici al fine di garantire la stabilità delle pareti del foro. Sono tassativamente

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 45 di 131	Rev. 0

esclusi i sistemi di scavo che prevedono l'avanzamento a percussione o rotoperussione.

Il cordolo in c.a. (cls R_{ck} 30,0 N/mm², acciaio per cemento armato B450C) di connessione in testa ai pali ha la funzione di connettere i pali stessi, in modo da omogeneizzare il comportamento della palificata. Tale cordolo presenta una sezione rialzata trapezoidale in modo da proteggere anche parte del muro in elevazione e del drenaggio a tergo del muro.

La porzione di cordolo a sezione rettangolare ha larghezza 2,20 m e altezza 1,00 m; la parete rialzata a sezione rettangolare ha larghezza 0,80 m e altezza variabili lungo lo sviluppo della tipologia da 2,00 m a 3,00 m.

La doppia fila di pali costituenti la palificata, nonché il ridotto interasse degli stessi (determinati in base a specifiche analisi di interazione terreno struttura condotte agli elementi finiti) sono dovuti al fatto che la palificata non è vincolata in testa, essendo stato escluso, per motivi di manutenzione in ambiente potenzialmente aggressivo, la realizzazione di tiranti permanenti in testa alla paratia.

6.6.5 Muro di sostegno

Il muro di sostegno sarà realizzato in conglomerato cementizio armato di classe $R_{ck} = 30,0$ N/mm² ed avrà una sezione tale da proteggere la sommità del diaframma plastico da un punto di vista meccanico.

La soletta di fondazione, per la Tipologia B e Tipologia C, presenta sezione trasversale di dimensioni di larghezza pari a 2,60 m e spessore pari ad 1,00 m; la larghezza è stata definita in base alle larghezze dei setti strutturali e del diaframma plastico.



La soletta di fondazione, per la Tipologia A, presenta sezione trasversale di dimensioni di larghezza pari a 3,00 m e spessore pari ad 1,00 m.

Infine la soletta di fondazione, per la Tipologia D, presenta sezione trasversale di dimensioni di larghezza pari a 4,00 m e spessore pari ad 0,50 m.

Il paramento in elevazione ha uno spessore in sommità pari a 35 cm, una pendenza del paramento di valle pari al 5% (1/20) ed uno spessore alla base variabile a seconda dell'altezza; quest'ultima è compresa tra 2,50 e 5,50 m.

A tal proposito è possibile individuare 10 sezioni tipiche, di altezza, rispettivamente, pari a 2,50 m, 2,75 m, 3,00 m, 3,25 m, 3,50 m, 4,00 m, 4,50 m, 4,75 m, 5,00 m, 5,50 m.

Il sistema di drenaggio (trincea drenante) a tergo del muro di sostegno, così come previsto nell'ambito del Progetto definitivo del setto di separazione (Rif. /b/) sarà realizzato contestualmente alle fasi di riempimento della Zona A1, in quanto la trincea drenante non è in grado di autosostenersi, e non è pertanto oggetto della presente progettazione.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 46 di 131	Rev. 0

Nelle tipologia "A" e "D", verranno realizzati taglioni di fondazione di spessore 50÷60 cm, della profondità di 1,00÷2,00 m dall'intradosso della fondazione, al fine di migliorare in fondazione la connessione tra la base del muro di sostegno e terreno.

6.6.6 Barriera pozzi

La cortina di pozzi drenanti, che planimetricamente si svilupperà parallelamente all'opera di presidio (lato Zona A2 e ITAR) per il tratto compreso tra il vertice V1 ed il vertice V7, avrà la funzione di controllare il livello piezometrico lato Zona A2.

La perforazione dei pozzi di emungimento si realizzerà all'interno dei depositi alluvionali della zona A2 fino a raggiungere il tetto della marna integra, effettuando una perforazione a rotazione, in cui il foro verrà sostenuto da fanghi polimerici biodegradabili o rivestimento provvisorio metallico.

Nelle Tavole 20 e 21 sono riportati rispettivamente il posizionamento planimetrico dei pozzi rispetto all'asse del setto di separazione e lungo il profilo longitudinale dello stesso, con individuazione della profondità dei singoli pozzi.

I pozzi saranno disposti ad una distanza di circa 1,0 m dal punto più a valle della soletta di fondazione del setto di separazione con interasse di 40,00 m.

La perforazione avrà un diametro di 1200 mm, all'interno della quale verrà posizionato un tubo in HDPE, fessurato lateralmente con slot circa 2 mm, del diametro di 800 mm circa. L'intercapedine tra foro e tubo in HDPE verrà in parte cementata (zona più superficiale del pozzo), ed in parte riempita di ghiaietto drenante (§ Tavola 35).

I pozzi ubicati in corrispondenza di vie di transito saranno completati con chiusino carrabile; negli altri la testa pozzo uscirà di 1,0 m dal p.c..



L'emungimento sarà garantito da elettropompe sommerse ad innesco automatico dotate di tutti i sistemi di sicurezza e controllo adottati nei pozzi attualmente in funzione nella altre parti della cinturazione.

Il passo dei pozzi, è stato stabilito mediamente di 40 m (in base alle verifiche eseguite, adottando opportuni coefficienti di sicurezza sulla portata), facendo riferimento alla permeabilità dei depositi alluvionali così come delineata dalle prove tipo Lefranc effettuate nei fori di sondaggio durante le campagne geognostiche del Marzo – Aprile 2004 e Marzo 2006.

6.6.7 Trincea drenante

Nel tratto tra i vertici V7-V11, il sistema drenaggio delle acque di afflusso da monte verrà realizzato con una trincea drenante che scaricando a gravità nel fiume Bormida in zona Basso Piave, sarà atta ad annullare gli effetti di innalzamento della falda per intercettazione del deflusso sotterraneo proveniente da monte e a facilitarne il deflusso tendenzialmente già naturale verso il fiume (§ par. 5) dove potrà scaricare ad una quota di circa 393,0 m.

Tale trincea costituisce una parte del sistema di drenaggio, ricadente nel fronte nord della zona A1, previsto nell'ambito del sistema di barrieramento che, finalizzato

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 47 di 131	Rev. 0

all'isolamento in senso idrogeologico dello stabilimento rispetto alle aree esterne ed ubicato lungo il confine nord-est, coprirà l'intero fronte nord dello stabilimento e di cui il setto di separazione in progetto rappresenta una componente.

In particolare tra il sistema di barrieramento, che si sviluppa in coincidenza del confine di stabilimento con andamento pressoché parallelo alla linea ferroviaria Torino-Savona, e la linea ferroviaria stessa è prevista appunto una trincea drenante ubicata a valle della linea ferroviaria ed a monte dell'opera di barrieramento.

La trincea si estenderà, con un andamento sub-parallelo alla linea ferroviaria ed al setto di separazione Zone A1/A2, fino all'area Basso Piave dove le acque drenate vengono recapitate in apposito pozzetto (§ Tavole 20 e 21) e da qui collettate verso il fiume e scaricate in corrispondenza di una zona appositamente protetta secondo una quota compatibile con livelli idrometrici legati ad eventi di piena eccezionale (Tr=200 anni).

Tale trincea avrà uno sviluppo complessivo di 282,0 m circa, di questi 180,0 m circa compresi tra i vertici V7 e V11 del setto di separazione.

La realizzazione di tale tratto rientra nell'oggetto della presente progettazione.

L'opera sarà ricavata all'interno dei depositi alluvionali effettuando uno scavo con benna mordente sostenuto da fanghi polimerici biodegradabili o, eventualmente, in corrispondenza della maggiori altezze di scavo, armando gli scavi.

La trincea, di spessore pari a 0,6 m, per il tratto di interesse avrà uno sviluppo longitudinale di circa 180 m per una profondità variabile dai 1,00 m a 2,50 m e sarà realizzata pressoché a filo del muro di separazione sovrastante il diaframma plastico (§ Tavole 20 e 21).

Sarà costituita da una tubazione microfessurata in HDPE ($\Phi 250$ mm), posta alla quota più bassa dello scavo; il corpo drenante sarà costituito da materiale arido confinato da un geotessile del tipo tessuto-non tessuto dalla massa areica di 100 g/m^2 con funzione di filtro ed un tampone superiore di chiusura in argilla di uno spessore di 0,30-0,40 m.



Agli estremi posti in corrispondenza dei vertici V11 e V7 terminerà in due pozzetti (denominati rispettivamente O ed N) che ne permetteranno il collegamento ai tratti di monte (da vertice V7) e di valle (da Vertice V11 a fiume) di successiva realizzazione.

6.7 Predisposizione passamuro per passaggio reti da mantenere in esercizio

Le tre reti idrauliche interrate, funzionanti per gravità, che attraverseranno il setto e che andranno mantenute in esercizio anche dopo il completamento del setto di separazione sono:

- linea 4 relativa alla rete MTS posta alla progressiva V1 + 16,60 m;
- linea 5 relativa alla rete BTS posta alla progressiva V1 + 27,40 m;
- linea 19 relativa alla rete BTS (scarico NI_DENI) ($\Phi 500$ mm) posto alla progressiva V6 + 37,00 m.

Per tale ragione dovranno essere predisposti appositi passamuro nel setto di separazione per consentire il passaggio delle condotte e la loro manutenzione quando necessaria. I passamuro dovranno garantire la tenuta idraulica dell'opera di separazione in modo da impedire qualsiasi passaggio di acque di falda tra la zona A2 e la zona A1.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 48 di 131	Rev. 0

Per consentire la realizzazione del passamuro, la linea 19 verrà temporaneamente messa fuori servizio e lo scarico deviato lungo la linea 18 che interseca il tracciato del setto tra il vertice V5 ed il vertice V6. Queste attività sono a cura di Syndial. La predisposizione del passamuro ed il ripristino dello scarico nella linea 19 restano a carico dell'Appaltatore.

La linea 5 BTS e la linea 4 MTS saranno mantenute sempre in esercizio nella medesima posizione fino a quando non saranno completate le opere in fondazione limitrofe in cui, da progetto, sono posizionati i passamuro previsti. Solo successivamente le linee BTS e MTS potranno essere deviate definitivamente nei passamuro e quindi procedere alla realizzazione delle restanti opere in corrispondenza delle loro posizione originaria.

Tale procedimento si rende necessario in quanto, per effettuare la deviazione di queste due linee, è richiesta una fermata programmata dello stabilimento. Tutte le operazioni necessarie alla deviazione di queste due linee restano a carico dell'Appaltatore.

6.8 Predisposizione rack metallici per passaggio (scavalco aereo) linee elettriche da mantenere in esercizio in corso d'opera

Il superamento del setto si separazione da parte delle linee elettriche da mantenere in esercizio per tutta la durata dei lavori (in quanto il loro spostamento comporta una fermata programmata dello stabilimento per ciascuna di esse) è previsto tramite la realizzazione di due nuovi rack metallici: uno in corrispondenza della cabina C0 ed uno lungo il tratto V4-V5.



I basamenti per le fondazioni e le strutture in carpenteria metallica verranno realizzati a cura dall'Appaltatore, mentre la posa dei cavi elettrici, disenergizzazione, sezionamento, collegamenti e messa in tensione saranno realizzati a cura della Committente.

Tali interventi sono subordinati al completamento delle opere edili in fondazione e pertanto è necessariamente uno stretto coordinamento fra le attività di competenza dell'Appaltatore con quelle a cura della Committente, soprattutto in fase di programmazione di dettaglio delle varie lavorazioni, visti i tempi ristretti a disposizione, allo scopo di ottimizzare lo spostamento delle linee coinvolte.

6.8.1 Rack per by-pass linee elettriche da cabina C0

La cabina elettrica principale C0, ubicata presso l'edificio 80, alimenta l'intero stabilimento ed è collocata in prossimità del vertice V1 in zona A1.

Attualmente tra il vertice V1 ed il vertice V2 sono presenti dei cavidotti interrati dove sono posati i cavi da 6000V e da 500V che collegano la cabina C0 alle cabine C5, C7 e all'impianto IESS, intersecando il tracciato del setto di separazione in più punti ed interferendo con le opere in fondazione. Tali linee devono restare in esercizio nel corso dei lavori.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 49 di 131	Rev. 0

Per poter realizzare il setto di separazione in questo tratto e superare questa interferenza, si dovrà operare secondo fasi esecutive prestabilite: si dovranno infatti eseguire le opere in fondazione dando la priorità al tratto in cui si prevede la realizzazione del nuovo rack, che sarà posto a monte delle linee elettriche presenti verso il vertice V2.

Dopo l'ultimazione di tutte le opere in fondazione l'Appaltatore dovrà predisporre i basamenti in c.a. di fondazione e procedere al montaggio delle strutture portanti del rack. Quindi la Committente provvederà a porre in opera i cavi elettrici per scavalcare la parete in elevazione del setto di separazione, a disenergizzare i cavi attuali, provvederà al loro sezionamento e alla messa in tensione del by-pass. A questo punto l'Appaltatore potrà continuare a nel tratto restante.

Il rack è stato previsto alla progressiva V1 + 124,00 m, con una lunghezza della campata di circa 26,00 m. Il rack andrà fondato su due basamenti in c.a. di nuova realizzazione. La quota di intradosso dovrà essere non inferiore a 6,0 m dal piano campagna locale.

6.8.2 Rack per by-pass linee elettriche da cabina C5



Attualmente dalla cabina elettrica C5 partono delle linee elettriche per l'alimentazione della Zona A2 e della Zona A1. Le linee attualmente sono collocate in un cavidotto il cui percorso coincide con quello del setto di separazione compreso tra il vertice V3 e il vertice V4.

Per le linee elettriche che sono dirette verso la Zona A2 è prevista la rilocalizzazione in un nuovo cavidotto parallelo a quello esistente a cura della Committente. Relativamente alle linee elettriche di alimentazione alla Zona A1, è prevista la rilocalizzazione, a cura della Committente, su un nuovo cavidotto che in ogni caso intersecherà il setto di separazione tra il vertice V3 e il vertice V4 alla progressiva V3+32,00 m.

Tali linee devono restare in esercizio nel corso dei lavori. Per poter realizzare il setto di separazione nel tratto V4-V5 e superare questa interferenza si dovrà operare secondo fasi esecutive prestabilite. Si dovranno eseguire le opere in fondazione prioritariamente nel tratto in cui si prevede la realizzazione del nuovo rack (a cura dell'Appaltatore), lato vertice V5 rispetto alle linee elettriche.

Dopo l'ultimazione di tutte le opere in fondazione l'Appaltatore dovrà predisporre i basamenti in c.a. di fondazione e procedere al montaggio delle strutture portanti del nuovo rack. Quindi la Committente provvederà a porre in opera i cavi elettrici per scavalcare la parete in elevazione del setto di separazione, a disenergizzare i cavi attuali, al loro sezionamento e alla messa in tensione del by-pass. A questo punto l'Appaltatore potrà operare nel restante tratto V3-V4.

Il rack è stato previsto alla progressiva V4 + 12 m circa, con una lunghezza della campata di circa 26 m. Il rack andrà fondato su due basamenti in c.a. di nuova realizzazione. La quota di intradosso dovrà essere non inferiore a 6,0 m dal piano campagna locale.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 50 di 131	Rev. 0

6.9 Rilocazione impianto elettrico presente tra il vertice V7 e il vertice V11

L'Appaltatore prima di iniziare l'attività tra il vertice V7 e il vertice V11 dovrà porre in opera la recinzione di cantiere lato ferrovia e posizionare nella stessa posizione della recinzione le linee elettriche ora presenti sull'attuale muro di cinta. Solo successivamente potrà procedere con i lavori previsti.

Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo 7.3.

Dopo il completamento del setto lungo il tratto prospiciente la linea ferroviaria Torino-Savona, l'impianto elettrico preesistente dovrà essere rilocato a cura dell'Appaltatore in sommità al paramento interno del muro di cinta.

I cavi elettrici dovranno essere collocati su un'apposita canalina metallica portacavi ancorata sul muro. Tutte le operazioni dovranno essere preventivamente concordate con la Committente.



6.10 Ripristino linea BTS aerea da mantenere in esercizio tra vertici V2 e V3

Attualmente è attiva una linea BTS aerea, sostenuta da rack, che interseca il tracciato del setto di separazione tra i vertici V2 e V3 alla progressiva V2+94 m. Tale linea rilancia le acque BTS dalle vasche A148 A/B all'impianto biologico e dovrà rimanere in servizio per tutta la durata dei lavori.

Preliminarmente all'inizio dei lavori sarà cura di Syndial rilocare provvisoriamente la linea aerea lungo un nuovo tracciato interrato che interseca il setto 15 m più a monte, alla progressiva V2+109 m e demolire i pilastri dei rack non più funzionali al sostegno della linea BTS.

L'appaltatore dovrà quindi eseguire prioritariamente le opere in fondazione nel tratto sottostante l'attuale rack, fino al cambio di tipologia, provvedendo alla realizzazione anche della parte in elevazione. Concluse tali attività l'Appaltatore ripristinerà il passaggio aereo della linea BTS:

- dal tratto di condotta che scende dall'ultimo pilastro del rack, in Zona A1, verrà posata una linea interrata Ø300 in mopen lungo un tracciato perpendicolare al setto;
- all'intersezione con le strutture relative al setto, palificata prima e muro in elevazione poi, la condotta verrà posta fuori terra e appoggiata a tali strutture mediante ancoraggi e staffature metalliche;
- scavalcata l'opera di separazione la condotta verrà raccordata alla linea esistente attiva che prosegue su rack;
- dopo la predisposizione del nuovo tracciato dovrà essere concordata con Syndial una fermata dell'alimentazione all'impianto biologico per consentire le operazioni di raccordo tra le linee esistenti e le nuove al fine di mettere in esercizio la nuova condotta;
- dopo aver ripristinato il passaggio aereo della linea BTS, l'Appaltatore potrà procedere alla rimozione del tratto di condotta interrata, precedentemente posata da Syndial per il precedente bypass provvisorio della linea BTS.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 51 di 131	Rev. 0

7 ATTIVITA' PRELIMINARI

7.1 Qualifica dei materiali e campi prova

Prima dell'inizio delle attività di cantiere è prevista l'esecuzione delle prove preliminari di qualifica dei materiali da porre in opera. In particolare, è indispensabile iniziare le prove di qualificazione delle miscele plastiche per il diaframma composito in quanto sarà necessario avere disponibili prima della sua posa in opera i risultati dopo una stagionatura di 28, 60, 90 e 120 giorni.

Relativamente al jet-grouting sarà necessario eseguire, con largo anticipo rispetto all'inizio effettivo dell'attività, il campo prova per la messa a punto dei parametri di iniezione ed il perfezionamento della composizione della miscela di iniezione.



7.2 Incantieramento e piste di transito

Prima di iniziare le attività, sarà essenziale allestire il cantiere, per la preparazione del quale sarà necessario:

- pulire le aree messe a disposizione;
- realizzare i piazzali per le baracche di cantiere, per gli impianti e per gli automezzi;
- mettere in opera le recinzioni di sicurezza lungo il perimetro dell'area di cantiere, così come individuato in Tavole 8 e 47;
- allestire i box di cantiere e relativi servizi;
- allestire la segnaletica;
- allestire le vasche per desabbiatura e decantazione delle acque emunte dagli scavi, il trattamento è obbligatorio per poter essere conferite all'ITAR;
- picchettare le opere, le reti, le strutture interrato segnalate, le reti da mantenere in esercizio nel corso dei lavori;
- preparare le piste di servizio destinate alle macchine operatrici e le piste per il transito dei mezzi di cantiere all'interno delle aree riservate all'esecuzione lavori.

La recinzione destinata a delimitare le aree destinate ai lavori sarà posta in opera progressivamente nei tratti in cui la Committente avrà svolto man mano le attività di propria competenza.

Le aree destinate ai lavori sono intersecate in quattro punti (V1+18 m, V1+110 m, V2+90 m, V4+5 m) dalle piste di transito interne allo stabilimento per mantenere l'accessibilità tra la zona A1 e A2. In questi punti dovrà essere mantenuto in corso dei lavori la possibilità di transito almeno in un senso di marcia, inoltre la recinzione dovrà risvoltare lateralmente alla pista in modo da impedire l'accesso ai non addetti ai lavori.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 52 di 131	Rev. 0

7.3 Deviazione provvisoria reti elettriche tratto V7 – V11

Il setto di separazione interesserà la zona dal vertice V7 al V11 dove attualmente passano le linee per alimentazione Basso Piave e piazzola lavaggio mezzi.

Per permettere la costruzione del setto, il percorso dei cavi dovrà essere ricollocato sul lato esterno del cantiere lato ferrovia interamente a cura dell'Appaltatore.

L'appaltatore dovrà rilocare il tracciato attuale secondo il seguente criterio:

- dal pozzetto posto a circa 10 m oltre il vertice V11, fuori l'area di cantiere verrà predisposto un nuovo cavidotto di collegamento al muro arginale;
- predisposizione di scavalco del muro arginale mediante l'utilizzo di canaline metalliche;
- posa di cavidotto interrato e pozzetti rompitratta (o canalina fuori terra) da posizionare alla base delle scarpate del rilevato preparato per realizzare la pista di servizio lato ferrovia, necessaria per consentire la realizzazione del setto indicativamente fra i vertici V7 e V11 esteso fino al punto di sezionamento;
- predisposizione canalizzazione per collegamento fra terminale nuovo cavidotto (canalina) e canalina esistente in zona oltre V7;
- disenergizzazione/sezionamento/scollamento delle linee esistenti in zona V11, rimozione della canalizzazione esistente fino a zona V7 e rilocazione in nuovo cavidotto (canalina);
- posa di nuove linee da zona V11 a zona di giunzione, circa a metà del nuovo percorso;
- collegamenti/giunzioni delle linee esistenti con quelle di nuova posa;
- prove di funzionamento e messa in servizio.

Il cavo di alimentazione della piazzola di lavaggio, posta in prossimità del Basso Piave da mantenere in funzione per tutta la durata dei lavori, verrà mantenuta nel cavidotto esistente in quanto non interferente con le opere in oggetto.



L'appaltatore dovrà inoltre garantire l'alimentazione al pozzo BPW12, posto oltre il vertice V11, e provvedere alla rilocazione del quadro elettrico di comando dei pozzi, attualmente ubicato in prossimità del vertice V9, nel tratto non compreso nei lavori.

Al termine della realizzazione delle opere in c.a. in elevazione, l'Appaltatore dovrà riposizionare le reti elettriche sul paramento interno in sommità al muro di cinta.

7.4 Interventi propedeutici di bonifica da strutture esistenti e reti

Come già precedentemente detto, propedeuticamente alla realizzazione del setto di separazione, nei singoli tratti in cui si andrà ad operare, tutti i servizi non più funzionali alle attività di bonifica ed all'esercizio degli impianti ancora presenti in zona A1 o interferenti con l'area destinata all'operatività del cantiere dovranno essere dismessi a cura della Committente.

L'operatività in alcuni tratti sarà condizionata al completamento delle attività di competenza della Committente, per tale ragione non sarà possibile operare da subito contemporaneamente su tutto il tracciato del setto.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 53 di 131	Rev. 0

Inoltre la programmazione degli interventi sulle reti preesistenti, che dovranno essere mantenute in esercizio nel corso dei lavori, dovranno essere concordati con la Committente, in modo da verificarne la compatibilità con i tempi entro cui dovranno essere predisposte le strutture destinate ad ospitare le reti da conservare tra zona A1 e zona A2 (passamuro e rack metallici).

L'Appaltatore dovrà tener conto di tali condizionamenti operativi nel predisporre il programma lavori di dettaglio prima dell'avvio dei lavori.

7.4.1 Rimozione di strutture e reti dismesse

Tutte le strutture fuori terra presenti nell'area lavori verranno rimosse progressivamente propedeuticamente a cura della Committente man mano che giungeranno al termine le attività di bonifica in zona A1.

Anche le reti interferenti con il setto di separazione in parte sono già state deviate e dismesse mentre una parte lo saranno al termine delle attività di bonifica e della programmata interruzione del servizio degli impianti in Zona A2, con esclusione di quanto indicato ai par. 6.7, 6.8, 6.9 e 6.10.



L'attività di rimozione di strutture interraste (plinti di fondazione, fondazioni in muratura, cunicoli, blocchi, basamenti in c.a., pozzetti, ecc.) o di reti dismesse sarà a totale carico dell'Appaltatore.

In considerazione del lungo periodo di attività dello Stabilimento (oltre 100 anni), i diversi passaggi di proprietà intervenuti e quindi di conseguenza l'oggettiva difficoltà nel reperire documentazione e/o informazioni relativamente alle varianti apportate nel tempo ai vari sottoservizi, si prescrive che l'Appaltatore esegua la bonifica propedeutica del terreno di fondazione consistente in un prescavo esplorativo lungo tutto il tracciato delle opere, per l'intercettazione e la bonifica dei sottoservizi interferenti.

Tale operazione si rende necessaria per la buona riuscita delle opere speciali previste, per la sicurezza delle maestranze e rimuovere, per quanto possibile il maggior numero di impedimenti imprevisti che potrebbero ostacolare il regolare svolgimento delle attività programmate.

Gli scavi preliminari saranno spinti fino alla profondità minima di 2,00 m dal piano campagna, salvo situazioni particolari, in cui, su indicazione della Direzione lavori e/o previsioni di progetto, questi potranno essere ulteriormente approfonditi. Tali operazioni saranno condotte con le seguenti modalità:

- a. all'inizio della attività, prima di procedere agli scavi preliminari, nel tratto di volta in volta di interesse, la Direzione Lavori effettuerà una verifica diretta con sopralluogo al fine di stabilire quali eventuali ulteriori servizi possano essere presenti oltre quelli segnalati dal progetto. Detta attività sarà verbalizzata con "Verbale di sopralluogo preliminare" che evidenzierà eventuali situazioni di incertezza;
- b. previo rilascio del "Permesso di scavo" previsto nelle "Procedure di sicurezza dello stabilimento", l'impresa eseguirà gli scavi preliminari come segue:
 - saggi esplorativi nelle zone incerte, condotti a mano, secondo le disposizioni della Direzione Lavori e di concerto con il Delegato Lavori di Syndial, fino alla messa a giorno dell'eventuale sottoservizio;

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 54 di 131	Rev. 0

- scavi esplorativi per l'intercettazione e la bonifica dei sottoservizi già segnalati a progetto, eseguiti con la massima attenzione e controllo, eventualmente anche a mano. Tutte le attività di scavo saranno affidate a personale di sicura esperienza, adeguatamente formato ed informato, sotto il diretto controllo della Direzione Lavori;
- c. all'atto del rinvenimento di sottoservizi, l'impresa procederà come di seguito indicato:
 - in caso di rinvenimento di utility già segnalata a progetto, prima di procedere alle attività previste nel progetto stesso, l'impresa dovrà contattare immediatamente il Coordinatore in fase di Esecuzione dei lavori ed il Delegato Lavori di Syndial, che provvederà alla verifica dell'avvenuta messa in sicurezza/dismissione dell'utility intercettata, dandone riscontro contestualmente alla Direzione Lavori ed al CE;
 - ogniqualvolta venga intercettata una utility non nota (non segnalata a progetto), le operazioni dovranno essere immediatamente sospese e l'impresa dovrà contattare il Delegato Lavori. Una volta effettuati i rilievi e le valutazioni del caso, la Direzione Lavori ed il Delegato decideranno come procedere operativamente, dandone preventivo riscontro al CE.

Lo scavo di bonifica sarà a sezione obbligata (a cielo aperto), esteso per una profondità minima di 2,0 m da piano campagna e di larghezza variabile a seconda delle tipologie dell'opera previste lungo il tracciato del setto (§ Tav. 8).

Nel tratto V5-V6 lo scavo sarà approfondito fino alla base di imposta delle fondazioni superficiali in c.a. dell'impianto RESOL. Nel tratto V1-V6 la larghezza dello scavo non dovrà andare oltre i 50 cm il filo esterno delle opere di fondazione profonde, mentre nel tratto V6-V7 in considerazione dell'assenza in passato di strutture in questa zona dello stabilimento è sufficiente procedere con uno scavo esplorativo a sezione obbligata di larghezza in testa non superiore a 2,0 m.



Ogni rete individuata costituita da una tubazione di qualsiasi natura, forma e diametro andrà sezionata ed asportata per la porzione interferente con le opere in fondazione. Le due estremità restanti andranno perfettamente occluse con calcestruzzo magro e ciecate onde impedire che diventino vie di fuga preferenziali per le acque.

I corpi estranei incontrati, previsti o non segnalati, salvo diversa indicazione della Committente, andranno rimossi lateralmente oltre il filo esterno delle opere profonde in fondazione per almeno 1,0 m, mentre in profondità andranno completamente rimosse per non inficiare la buona riuscita delle opere in progetto.

Prima della rimozione di linee elettriche si dovrà in ogni caso verificare che siano state già propedeuticamente disenergizzate dalla Committente. Analogamente, prima della rimozione di condotte in pressione, si dovrà verificare siano state intercettate prima e dopo il tratto da rimuovere.

Nel caso di rinvenimento di manufatti non indicati negli elaborati grafici di progetto, le operazioni dovranno essere immediatamente sospese. L'impresa dovrà contattare il Delegato Lavori. Una volta effettuati i rilievi e le valutazioni del caso, la Direzione Lavori ed il Delegato Lavori decideranno come procedere operativamente, dandone preventivo riscontro al CE.

7.4.2 Terreni di scavo presenti in corrispondenza delle celle di asportazione



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 55 di 131	Rev. 0

Nei tratti in cui il setto di separazione interseca le celle di asportazione superficiali, nel corso dell'operazione di bonifica da strutture interrato e reti si dovrà procedere all'asportazione della porzione dei terreni presenti entro la fascia interferente con le opere previste.

I terreni dovranno essere gestiti secondo in protocolli in essere nello stabilimento previsti per le terre di scavo.

7.4.3 Ritombamento degli scavi

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 se composti da terreni idonei dal punto di vista meccanico (ossia non contaminati da argille, limi o marna alterata).

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 56 di 131	Rev. 0

8 FASI ESECUTIVE

8.1 Premessa

Le fasi esecutive previste per la costruzione del setto di separazione tra la zona A1 e la zona A2 dipendono dalla sezione tipologica da realizzare e dal contesto locale relativamente preesistenze incontrate. Per ogni tipologia vengono di seguito riportati le operazioni da compiere per la realizzazione delle opere indicate in progetto.

Le attività propedeutiche di competenza della Committente saranno svolte prima dell'inizio dello svolgimento delle attività da parte dell'Appaltatore (es. deviazioni reti, abbattimento dei fabbricati in elevazione). Si segnala che alcune attività di competenza della Committente dovranno essere svolte nel corso dei lavori perché legate attività di svuotamento dei bacini ancora presenti in zona A1 (es. rimozione dell'impianto IESS) oppure perché legate al mantenimento in esercizio dell'intero stabilimento (collegamenti elettrici cabina C0 e C5, linea BTS, MTS). Pertanto su alcuni tratti si potrà operare solo successivamente rispetto alla data di inizio lavori.

Appaltatore e Committente si dovranno coordinare per lo spostamento delle due linee elettriche principali in quanto in questo caso le attività di competenza dell'Appaltatore dovranno precedere quelle a cura della Committente.

Le opere ed i particolari costruttivi sono riportati negli elaborati grafici allegati progetto.



8.2 Fasi esecutive Tipologia A

Nel tratto V1-V2 si evidenziano gli interventi di spostamento delle linee fognarie MTS e BTS e delle linee elettriche da 500 e 6000 Volt da mantenere in esercizio in corso d'opera, che condizioneranno le fasi costruttive previste. Per le prime infatti è necessario predisporre due passamuro in fondazione, per le seconde si dovrà realizzare un rack metallico. Inoltre si segnala che non sarà possibile eseguire le opere in progetto, a cavallo della posizione attuale di questi sottoservizi, fino a quando non saranno stati spostati.



Nel tratto V2-V3, lo spostamento provvisorio propedeutico ai lavori della linea BTS su rack, da mantenere in esercizio in corso d'opera in un'altra posizione posta a circa 15 m di distanza da quella attuale, sarà eseguito a cura della Committente. L'Appaltatore dovrà realizzare nella attuale posizione della linea BTS le opere in progetto sia in fondazione sia in elevazione per poter riposizionare definitivamente la linea BTS nella posizione originaria (a cura della Committente) e quindi per poter operare liberamente nel tratto in cui la linea BTS era stata provvisoriamente deviata.

Fasi esecutive

- Posa in opera della recinzione di sicurezza del cantiere lato zona A1 e lato zona A2.
- Pulizia della zona di esecuzione del nuovo muro di cinta, compreso il taglio della vegetazione eventualmente esistente.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 57 di 131	Rev. 0

- Tracciamento e picchettamento delle opere da realizzare (da ripetere ogni volta si renda necessario materializzare o rilevare esattamente la posizione delle opere in progetto).
- Esecuzione di scavo continuo esplorativo per una profondità minima di 2,0 m per l'individuazione preliminare e rimozione delle strutture e reti interrate sia segnalate sia non segnalate.
- Rimozione delle reti interrate (già dismesse a cura della Committente), intasamento dei monconi in posto delle reti idrauliche interrotte con cls magro e ciecatura degli stessi.
- Ritombamento dello scavo esplorativo e predisposizione delle pista di servizio e della pista di transito alle quote stabilite in progetto.
- Creazione della pista di lavoro nel rispetto delle quote previste in progetto.
- Esecuzione della palificata con pali trivellati in c.a. gettati in opera.
- Esecuzione della doppia cortina di jet grouting laterale al diaframma plastico definitivo.
- Realizzazione delle corree in c.a., necessarie alla realizzazione del diaframma plastico definitivo.
- Esecuzione (eventuale in base alla tecnica di scavo adottata) dei fori di alleggerimento preliminari all'esecuzione del diaframma plastico definitivo (è proibito l'impiego di mezzi a percussione o rotoperussione) e relativo riempimento con miscela plastica povera.
- Scavo per la realizzazione del diaframma plastico, getto della miscela plastica autoindurente, posa dei teli in HDPE con connessione al giunto già in opera predisposto per conferire continuità alla barriera impermeabile. In corrispondenza del vertice V1 la posa del telo avverrà previa rimozione della palancola metallica posta a protezione dell'innesto con il diaframma delle opere arginali.
- Predisposizione di rack metallico per la rilocazione delle reti elettriche da mantenere in esercizio.
- Predisposizione dei due passamuro per la deviazione delle reti BTS e MTS da mantenere in esercizio.
- Scavo di sbancamento fino al raggiungimento della base di imposta dei due taglioni di fondazione di monte e valle ed eventuale rimozione delle corree in c.a., a maturazione del diaframma plastico avvenuta.
- Getto di uno strato di calcestruzzo magro per la preparazione del piano di imposta dei taglioni di fondazione.
- Posa in opera dell'armatura, del profilato per il "water-stop", del telo in HDPE (eventualmente bugnato) dello spessore di 1,5 mm sul paramento lato zona A1 del taglione lato zona A1 e della cassetta, getto del conglomerato cementizio per i due taglioni in fondazione.
- Sigillatura dei giunti tecnici nei taglioni in fondazione, saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Riempimento con calcestruzzo magro dei vuoti eventualmente presenti fino all'intradosso della soletta di collegamento fra i taglioni di fondazione.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 58 di 131	Rev. 0



- Posa in opera dell'armatura, del profilato per il "water-stop", del telo in HDPE (eventualmente bugnato) dello spessore di 1,5 mm sul paramento lato zona A1 e della casseratura, getto del conglomerato cementizio della soletta di collegamento fra i taglioni in c.a. di fondazione.
- Sigillatura dei giunti tecnici nella soletta in fondazione, saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Posa in opera dell'armatura, del profilato per il "water-stop", del telo in HDPE (eventualmente bugnato) dello spessore di 1,5 mm sul paramento lato zona A1 e della casseratura e getto del conglomerato cementizio per la formazione della parete in elevazione.
- Sigillatura dei giunti tecnici nella parete in elevazione, saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Scapitozzatura della testa dei pali in c.a. per l'asportazione del calcestruzzo indurito non idoneo e per la messa a giorno dei ferri di ripresa di getto, scavo di sbancamento fino al raggiungimento della base di imposta prevista per il cordolo di collegamento.
- Posa in opera dell'armatura, della casseratura e getto del conglomerato cementizio per la formazione del cordolo di collegamento.
- Posa in opera dell'armatura, della casseratura e getto del conglomerato cementizio per la formazione della porzione in elevazione del cordolo di collegamento.
- Posa del telo in HDPE dello spessore di 1,5 mm sull'estradosso della soletta di fondazione del muro di sostegno di fondazione lato zona A1, saldatura con i teli in HDPE contigui.
- Ripristino dello stato iniziale dei luoghi con riprofilatura sul lato zona A1 con terreno in posto e rinterro lato zona A2 con terreno reperito nell'ambito dello stabilimento indicato dalla Committente fra i terreni di scavo risultati dalla caratterizzazione idonei.
- Esecuzione dei pozzi di drenaggio per l'emungimento delle acque di falda lato zona A2.

8.3 Fasi esecutive Tipologia B

Nel tratto V4-V5, si evidenzia l'intervento di spostamento delle linee elettriche da 500 e 6000 Volt da mantenere in esercizio in corso d'opera e che condizionerà le fasi costruttive previste. Per queste è infatti necessario predisporre un rack metallico. Inoltre si segnala che non sarà possibile eseguire le opere in progetto a cavallo della posizione attuale di questi sottoservizi fino a quando non saranno stati spostati.



Nel tratto V6-V7 lo spostamento provvisorio propedeutico ai lavori della linea di scarico BTS 19 NI_DENI, da mantenere in esercizio in corso d'opera in un altro tratto lungo il tracciato del setto (V3-V4), sarà eseguito a cura della Committente. L'Appaltatore dovrà realizzare nella attuale posizione dello scarico un passamuro su cui poter riposizionare definitivamente la linea BTS 19 NI_DENI per poter operare liberamente nel tratto V3-V4.

Entrambe le attività, soprattutto la prima, condizioneranno le fasi costruttive previste e necessiteranno pertanto di una accurata programmazione da parte dell'Appaltatore.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 59 di 131	Rev. 0

Fasi esecutive

- Posa in opera della recinzione di sicurezza del cantiere lato zona A1 e lato zona A2.
- Pulizia della zona di esecuzione del nuovo muro di cinta, compreso il taglio della vegetazione eventualmente esistente.
- Tracciamento e picchettamento delle opere da realizzare (da ripetere ogni volta si renda necessario materializzare o rilevare esattamente la posizione delle opere in progetto).
- Esecuzione di scavo continuo esplorativo per una profondità minima di 2,0 m per l'individuazione preliminare e rimozione delle strutture e per l'individuazione delle reti interrato sia segnalate sia non segnalate.
- Rimozione delle reti interrato (già dismesse a cura della Committente), intasamento dei monconi in posto delle reti idrauliche interrotte con cls magro e ciecatura degli stessi.
- Ritombamento dello scavo esplorativo e predisposizione delle pista di servizio e della pista di transito alle quote stabilite in progetto.
- Creazione della pista di lavoro nel rispetto delle quote previste in progetto.
- Realizzazione delle corree in c.a. necessarie alla realizzazione dei diaframmi strutturali.
- Esecuzione (eventuale in base alla tecnica di scavo adottata) dei fori di alleggerimento preliminari all'esecuzione dei diaframmi in c.a. (è proibito l'impiego di mezzi a percussione o rotoperussione) e relativo riempimento con miscela plastica povera.
- Esecuzione dei diaframmi strutturali in c.a. preliminari al diaframma plastico definitivo.
- Esecuzione (eventuale in base alla tecnica di scavo adottata) dei fori di alleggerimento (è proibito l'impiego di mezzi a percussione o rotoperussione) dopo maturazione dei diaframmi in c.a., preliminari all'esecuzione del diaframma plastico definitivo e relativo riempimento con miscela plastica povera.
- Scavo per la realizzazione del diaframma plastico definitivo, getto della miscela plastica autoindurente, posa dei teli in HDPE con connessione al giunto già in opera predisposto per conferire continuità alla barriera impermeabile.
- Predisposizione del passamuro per la rilocazione della linea BTS 19 NI_DENI da mantenere in esercizio.
- Predisposizione di rack metallico per la rilocazione delle reti elettrico da mantenere in esercizio.
- Scapitozzatura della testa dei diaframmi strutturali per la rimozione del calcestruzzo non idoneo e per la messa a giorno dei ferri di ripresa di getto, scavo di sbancamento fino al raggiungimento della base di imposta della solettone di collegamento dei due diaframmi in c.a. di fondazione, rimozione dei muretti guida, a maturazione del diaframma plastico avvenuta. Lo scavo in zona A1 dovrà essere approfondito oltre la ripresa di getto effettiva per consentire la posa in opera a

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 60 di 131	Rev. 0

cavallo della stessa del telo in HDPE dello spessore di 1,5 mm di protezione e saldatura dei teli in HDPE contigui.



- Getto di uno strato di calcestruzzo magro per il livellamento della testa del diaframma plastico con l'intradosso della soletta di collegamento dei due diaframmi in c.a. di fondazione.
- Posa in opera dell'armatura, del profilato per il "water-stop", del telo in HDPE (eventualmente bugnato) dello spessore di 1,5 mm sul paramento lato zona A1 e della casseratura, getto del conglomerato cementizio della soletta di collegamento fra i setti di fondazione.
- Sigillatura dei giunti tecnici nella soletta di fondazione e saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Posa in opera dell'armatura, del profilato per il "water-stop", del telo in HDPE (eventualmente bugnato) dello spessore di 1,5 mm sul paramento lato zona A1 e della casseratura e getto del conglomerato cementizio per la formazione della parete in elevazione.
- Sigillatura dei giunti tecnici nella soletta di fondazione e nella parete in elevazione, saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Posa del telo in HDPE dello spessore di 1,5 mm sull'estradosso della soletta di fondazione del muro di sostegno di fondazione lato zona A1, saldatura con i teli in HDPE contigui.
- Ripristino dello stato iniziale dei luoghi con riprofilatura sul lato zona A1 con terreno in posto e rinterro lato zona A2 con terreno reperito nell'ambito dello stabilimento indicato dalla Committente fra i terreni di scavo risultati dalla caratterizzazione idonei.
- Esecuzione dei pozzi di drenaggio per l'emungimento delle acque di falda.

8.4 Fasi esecutive Tipologia C



Nel tratto V7-V11 si evidenzia l'intervento di spostamento propedeutico delle linee elettriche da 500 e 220 Volt a cura dell'Appaltatore, da mantenere in esercizio in corso d'opera nella posizione prevista in progetto, lungo la recinzione di cantiere lato ferrovia.

Fasi esecutive

- Posa in opera della recinzione di sicurezza del cantiere lato stabilimento e lato ferrovia.
- Spostamento propedeutico delle linee elettriche presenti sul muro di cinta nel tratto V7-V11 (a cura dell'Appaltatore), da mantenere in esercizio in corso d'opera. Tali linee vanno posizionate provvisoriamente lungo la recinzione di cantiere lato ferrovia.
- Rimozione dell'impianto di illuminazione posto lungo l'attuale muro di recinzione.
- Pulizia della zona di esecuzione del nuovo muro di cinta, compreso il taglio della vegetazione esistente.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 61 di 131	Rev. 0



- Demolizione del muro esistente (elevazione e cordolo in c.a. di fondazione), avendo cura di salvaguardare la palanca per l'innesto del telo in HDPE del diaframma plastico nella Tipologia 0.
- Creazione della pista di lavoro nel rispetto delle quote previste in progetto all'interno ed all'esterno dello stabilimento.
- Tracciamento e picchettamento delle opere da realizzare (da ripetere ogni volta si renda necessario materializzare o rilevare esattamente la posizione delle opere in progetto).
- Realizzazione delle corree in c.a. necessarie alla realizzazione dei diaframmi strutturali.
- Esecuzione (eventuale in base alla tecnica di scavo adottata) dei fori di alleggerimento preliminari all'esecuzione dei diaframmi in c.a. (è proibito l'impiego di mezzi a percussione o rotoperussione) e relativo riempimento con miscela plastica povera.
- Esecuzione dei diaframmi strutturali in c.a. preliminari al diaframma plastico definitivo.
- Esecuzione (eventuale in base alla tecnica di scavo adottata) dei fori di alleggerimento (è proibito l'impiego di mezzi a percussione o rotoperussione) dopo maturazione dei diaframmi in c.a., preliminari all'esecuzione del diaframma plastico definitivo e relativo riempimento con miscela plastica povera.
- Scavo per la realizzazione del diaframma plastico definitivo, getto della miscela plastica autoindurente, posa dei teli in HDPE con connessione al giunto già in opera predisposto per conferire continuità alla barriera impermeabile.
- Scapitozzatura della testa dei diaframmi strutturali per la rimozione del calcestruzzo non idoneo e per la messa a giorno dei ferri di ripresa di getto, scavo di sbancamento fino al raggiungimento della base di imposta della suola di collegamento dei due diaframmi in c.a. di fondazione, rimozione dei muretti guida, a maturazione del diaframma plastico avvenuta. Lo scavo in zona A1 dovrà essere approfondito oltre la ripresa di getto effettiva per consentire la posa in opera a cavallo della stessa del telo in HDPE dello spessore di 1,5 mm di protezione, saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Getto di uno strato di calcestruzzo magro per il livellamento della testa del diaframma plastico con l'intradosso della soletta di collegamento dei due diaframmi in c.a. di fondazione.
- Posa in opera dell'armatura, del profilato per il "water-stop", del telo in HDPE (eventualmente bugnato) dello spessore di 1,5 mm sul paramento lato zona A1 e della casseratura, getto del conglomerato cementizio della soletta di collegamento fra i setti di fondazione.
- Sigillatura dei giunti tecnici nella soletta di fondazione e saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Posa in opera dell'armatura, del profilato per il "water-stop", del telo in HDPE (eventualmente bugnato) dello spessore di 1,5 mm sul paramento lato zona A1 e della casseratura e getto del conglomerato cementizio per la formazione della parete in elevazione.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 62 di 131	Rev. 0

- Sigillatura dei giunti tecnici nella soletta di fondazione e nella parete in elevazione, saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Posa del telo in HDPE dello spessore di 1,5 mm sull'estradosso della soletta di fondazione del muro di sostegno di fondazione lato zona A1, saldatura con i teli in HDPE contigui.
- Esecuzione della trincea drenante tra muro di cinta e ferrovia.
- Ripristino dello stato iniziale dei luoghi con riprofilatura sul lato zona A1 con terreno in loco e sul lato esterno con terreno già in posto, secondo i profili di progetto.
- Ripristino definitivo delle linee elettriche sul paramento interno del muro di cinta, nel tratto V7-V11 (a cura dell'Appaltatore), posizionate provvisoriamente in precedenza lungo la recinzione di cantiere lato ferrovia.
- Ripristino dell'impianto di illuminazione preesistente.



8.5 Fasi esecutive Tipologia D

- Posa in opera della recinzione di sicurezza del cantiere lato stabilimento e lato ferrovia.
- Spostamento propedeutico delle linee elettriche presenti sul muro di cinta nel tratto V7-V11 (a cura dell'Appaltatore), da mantenere in esercizio in corso d'opera. Tali linee vanno posizionate provvisoriamente lungo la recinzione di cantiere lato ferrovia.
- Rimozione dell'impianto di illuminazione posto lungo l'attuale muro di recinzione.
- Pulizia della zona di esecuzione del nuovo muro di cinta, compreso il taglio della vegetazione esistente.
- Demolizione del muro esistente (elevazione e cordolo in c.a. di fondazione), avendo cura di salvaguardare la palancola per l'innesto del telo in HDPE del diaframma plastico nella Tipologia 0.
- Creazione della pista di lavoro nel rispetto delle quote previste in progetto all'interno ed all'esterno dello stabilimento.
- Tracciamento e picchettamento delle opere da realizzare (da ripetere ogni volta si renda necessario materializzare o rilevare esattamente la posizione delle opere in progetto).
- Esecuzione della doppia cortina di jet grouting laterale al diaframma plastico definitivo.
- Realizzazione delle corree in c.a., necessarie alla realizzazione del diaframma plastico definitivo.
- Esecuzione (eventuale in base alla tecnica di scavo adottata) dei fori di alleggerimento preliminari all'esecuzione del diaframma plastico definitivo (è proibito l'impiego di mezzi a percussione o rotoperussione) e relativo riempimento con miscela plastica povera.
- Scavo per la realizzazione del diaframma plastico, getto della miscela plastica autoindurente, posa dei teli in HDPE con connessione al giunto già in opera

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 63 di 131	Rev. 0

predisposto per conferire continuità alla barriera impermeabile. In corrispondenza del vertice V11 la posa del telo avverrà previa rimozione della palancola metallica posta a protezione dell'innesto con il diaframma delle opere arginali.

- Scavo di sbancamento fino al raggiungimento della base di imposta dei due setti di monte e valle ed eventuale rimozione dei muretti guida, a maturazione del diaframma plastico avvenuta.
- Getto di uno strato di calcestruzzo magro per la preparazione del piano di imposta dei setti di fondazione.
- Posa in opera dell'armatura, del profilato per il "water-stop", del telo in HDPE (eventualmente bugnato) dello spessore di 1,5 mm sul paramento lato zona A1 e della cassetta, getto del conglomerato cementizio per i due taglioni in fondazione.
- Sigillatura dei giunti tecnici nei taglioni in fondazione, saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Riempimento con calcestruzzo magro dei vuoti eventualmente presenti fino all'intradosso della soletta di collegamento fra i setti di fondazione.
- Posa in opera dell'armatura, del profilato per il "water-stop", del telo in HDPE (eventualmente bugnato) dello spessore di 1,5 mm sul paramento lato zona A1 e della cassetta, getto del conglomerato cementizio della soletta di collegamento fra i taglioni in c.a. di fondazione.
- Sigillatura dei giunti tecnici nella soletta in fondazione, saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Posa in opera dell'armatura, del profilato per il "water-stop", del telo in HDPE (eventualmente bugnato) dello spessore di 1,5 mm sul paramento lato zona A1 e della cassetta, getto del conglomerato cementizio per la formazione della parete in elevazione.
- Sigillatura dei giunti tecnici nella parete in elevazione, saldatura dei teli in HDPE contigui.
- Posa del telo in HDPE dello spessore di 1,5 mm sull'estradosso della soletta di fondazione del muro di sostegno di fondazione lato zona A1, saldatura con i teli in HDPE contigui.
- Esecuzione della trincea drenante tra muro di cinta e ferrovia.
- Ripristino dello stato iniziale dei luoghi con riprofilatura sul lato zona A1 con terreno in loco e sul lato esterno con terreno già in posto, secondo i profili di progetto.
- Ripristino definitivo delle linee elettriche sul paramento interno del muro di cinta, nel tratto V7-V11 (a cura dell'Appaltatore), posizionate provvisoriamente in precedenza lungo la recinzione di cantiere lato ferrovia.
- Ripristino dell'impianto di illuminazione preesistente.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 64 di 131	Rev. 0

9 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nel presente capitolo vengono descritti i materiali e le loro caratteristiche tecniche peculiari da impiegare per l'esecuzione delle opere previste nel presente progetto.

9.1 Materiali per opere strutturali

Con riferimento al p.to 5.1. ed al Cap.11 del T.U. relativo alla costruzioni di conglomerato cementizio armato, i calcestruzzi da utilizzare per le opere strutturali sono di seguito indicati.

Calcestruzzo per sottofondi

I sottofondi (di opere strutturali, pozzetti, ecc.) saranno realizzati in conglomerato cementizio con classe di resistenza bassa, con resistenza convenzionale a compressione uniassiale caratteristica misurata su provini cubici R_{ck} (MPa):

$$15 < R_{ck} \leq 30$$

Calcestruzzo per strutture

Le opere strutturali saranno realizzate in conglomerato cementizio armato normale sia in fondazione che in elevazione con classe di resistenza media, con resistenza convenzionale a compressione uniassiale caratteristica misurata su provini cubici R_{ck} (MPa):

$$30 < R_{ck} \leq 55$$

Modulo elastico secante tra tensione nulla e $0,50 * R_{cm}$:

$$E_{c-sec} \geq 35\,460 \text{ MPa};$$

Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%):

$$f_{ctk} \geq 1,82 \text{ MPa}$$

Resistenza caratteristica a trazione per flessione (frattile 5%):

$$f_{ctk} \geq 2,19 \text{ MPa}$$



Peso specifico calcestruzzo armato:

$$\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$$

Peso specifico calcestruzzo (non armato):

$$\gamma_{cls} = 24 \text{ kN/m}^3$$

La miscela base dovrà essere integrata dai cosiddetti additivi con effetto fluidificante e con effetto impermeabilizzante.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 65 di 131	Rev. 0

Acciaio per strutture

Con riferimento al P. 11.2.2. delle Norme tecniche per le costruzioni (D. M. 14 settembre 2005) si dovranno impiegare acciai per calcestruzzo armato saldabili qualificati e controllati secondo le modalità indicate nel T.U.. Per le opere strutturali si dovrà utilizzare acciaio laminato a caldo tipo B450C che dovrà rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella (P.to 11.2.2.1. delle Norme tecniche per le costruzioni Tabella 11.2.I):

Tabella 11.2.I

	CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$ (N/mm ²)
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$ (N/mm ²)
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,13$
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,35$
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7\%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
$\phi < 12\text{ mm}$	4 ϕ
$12 \leq \phi \leq 16\text{ mm}$	5 ϕ
per $16 < \phi \leq 25\text{ mm}$	8 ϕ
per $25 < \phi \leq 50\text{ mm}$	10 ϕ

In cui:

$$f_{y\ nom} = 450\text{ N/mm}^2$$

$$f_{t\ nom} = 540\text{ N/mm}^2$$



rispettivamente valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli

Giunti water stop

Per la tenuta idraulica dei giunti tecnici ed in corrispondenza delle riprese di getto si prevede l'impiego di profili in PVC.

Per la tenuta idraulica in corrispondenza di getti contro strutture esistenti potranno essere impiegati cordoni idroespandenti bentonitici con proprietà autosigillanti.

Telo in HDPE per la protezione delle superfici del calcestruzzo

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 66 di 131	Rev. 0

La geomembrana in HDPE (eventualmente bugnata) dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

Spessore	$s = 1,5 \text{ mm};$
Permeabilità al vapore	$K < 1,0 * 10^{-12} \text{ cm/s}$
Lunghezza rotoli	$L \geq 50 \text{ m}$
Altezza rotoli	$h = 8 \div 10 \text{ m}$

9.2 Diaframmi plastici compositi

Il diaframma plastico è previsto di tipo composito realizzato con getto di miscela plastica (acqua, cemento, bentonite, additivi) e con l'inserimento lungo il suo asse di un telo in HDPE.

Miscela plastica

Composizione:

rapporto cemento/acqua in peso $a/c = 0,15 \div 0,30;$

rapporto bentonite/acqua in peso $b/c = 0,05 \div 0,10.$

Permeabilità dopo 28 giorni di stagionatura:

$K_{\text{medio}} < 5,0 * 10^{-7} \text{ cm/s};$

Permeabilità dopo 90 ÷ 120 giorni di stagionatura:

$K_{\text{medio}} < 2,0 * 10^{-8} \text{ cm/s};$

Resistenza caratteristica a compressione non confinata dopo 28 giorni di stagionatura:

$q_{\text{uk}} = 0,2 \div 1,0 \text{ MPa};$

Modulo di elasticità secante al 50 % della rottura:

$E_{50} = 60 \div 200 \text{ MPa};$

Deformazione a rottura dopo 28 giorni di stagionatura:



$\varepsilon_c \geq 1,0 \text{ %};$

Resistenza caratteristica a trazione dopo 120 giorni di stagionatura:

$f_{\text{ctk}} = 0,16 \div 0,24 \text{ MPa};$

Resistenza caratteristica a trazione per flessione 120 giorni di stagionatura:

$f_{\text{cfk}} = 0,19 \div 0,30 \text{ MPa};$

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 67 di 131	Rev. 0

Telo in HDPE

La geomembrana in HDPE dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

Spessore	$s = 2,5 \text{ mm};$
Permeabilità al vapore	$K < 1,0 * 10^{-12} \text{ cm/s}$
Lunghezza rotoli	$L \geq 50 \text{ m}$
Altezza rotoli	$h = 8 \div 10 \text{ m}$

9.3 Materiali per jet grouting

Lateralmente al diaframma plastico definitivo, per la Tipologia A e la Tipologia D è prevista la preventiva realizzazione di una doppia cortina di colonne di jet grouting. L'iniezione ad alta pressione dovrà avvenire con miscela plastica.

Miscela plastica

Composizione:

rapporto cemento/acqua in peso	$a/c = 0,15 \div 0,30;$
rapporto bentonite/acqua in peso	$b/c = 0,05 \div 0,10.$

Permeabilità dopo 28 giorni di stagionatura:

$$K_{\text{medio}} < 5,0 * 10^{-4} \text{ m/s};$$

Resistenza caratteristica a compressione non confinata dopo 28 giorni di stagionatura:

$$q_{\text{uk}} \geq 0,5 \text{ MPa};$$



Per il raggiungimento delle prestazioni richieste potranno essere utilizzati opportuni additivi ed eventualmente filler.

9.4 Malta plastica per riempimenti provvisionali

In generale i riempimenti saranno eseguiti con malta plastica autoindurente:

Composizione:

rapporto cemento/acqua in peso	$a/c = 0,15 \div 0,30;$
rapporto bentonite/acqua in peso	$b/c = 0,05 \div 0,10;$
rapporto inerte/acqua in peso	$i/c = 2,0 \div 3, 0;$
peso specifico	$\gamma_{\text{mp}} = 18,0 \div 20,0 \text{ kN/m}^3.$

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 68 di 131	Rev. 0

9.5 Trincea drenante

Nel tratto compreso tra i vertici V7 e V11, tra la Tipologia D e C del setto di separazione e la linea ferroviaria Torino-Savona è prevista la realizzazione di una trincea drenante

Geotessile non tessuto

apertura pori ϕ_{90} 200-400 μm

peso ($\pm 5\%$) 100 g/m²

Tubo in HDPE

DE 250 fessurato PN4 con fessurazione realizzata sui 2/3 superiori della canalizzazione

Materiali drenante

Pezzatura commerciale 4-6 cm

Percentuale di fine (<4 cm) < 5%

9.6 Piste e aree di cantiere

Le piste di transito o di servizio e la preparazione delle aree di cantiere avverrà tramite livellamento del terreno in posto. Nella necessità di effettuare riporti per raggiungere le quote previste in progetto in aree esterne allo stabilimento si dovrà porre in opera materiale arido misto cava.

All'interno dello stabilimento (tratto V1-V7) potrà essere utilizzato il materiale reperito nell'ambito di stabilimento che rientra 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 se composti da terreni idonei dal punto di vista meccanico (ossia non contaminati da argille, limi o marna alterata).



I riporti andranno eseguiti stendendo il materiale a strati compattati fino al raggiungimento delle forma e quote previste in progetto.

Per l'ultimo strato (strato di usura) si dovrà impiegare il misto stabilizzato compattato.

9.7 Rack metallici per deviazione reti elettromeccaniche

Le deviazioni provvisorie delle reti previste in progetto dovranno avvenire predisponendo appositi rack metallici ancorati su nuovi basamenti in calcestruzzo armato.



La carpenteria metallica degli elementi strutturali costituenti il rack dovrà essere realizzata in acciaio tipo Fe 360 B (UNI EN 100025)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 69 di 131	Rev. 0

9.8 Attrezzature per pozzi

I pozzi costituenti il sistema di controllo delle falda dovranno essere attrezzati con:

- elettropompe sommergibili;
- tubazioni di mandata in HDPE $\phi = 50$ mm PN4;
- quadri elettrici di comando.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 70 di 131	Rev. 0

10 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA

10.1 Premessa

Il dimensionamento del setto di separazione della zona A1 e A2 ha comportato il tener conto contemporaneamente delle diverse esigenze legate alla funzionalità dell'opera ed alla sua efficienza nel tempo.

La zona A1 è destinata ad accogliere i materiali contaminati derivanti dalla attività di risanamento del sito. Inoltre è previsto un rialzo delle attuali quote del piano campagna della Zona A1 con la formazione di un terrapieno a ridosso del setto. Il manufatto, pertanto, dovrà 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 della stabilità geotecnica, resistenza degli elementi strutturali, tenuta idraulica, controllo dei livelli piezometrici esterni in zona A2, compatibilità della configurazione gravata dalle azioni con la funzionalità richiesta.

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 c.a. e dalla palificata, hanno lo scopo di proteggere il diaframma dalle deformazioni indotte dalle spinte delle terre derivanti dalla necessità di formare un riempimento in zona A1. Inoltre i setti strutturali ed i tagli di fondazione costituiscono le fondazioni delle opere destinate al sostegno del terrapieno.

La barriera pozzi cautelativamente servirà qualora fosse necessario ad annullare gli effetti sul livello delle acque di falda (innalzamenti) in zona A2 in prossimità del setto di separazione conseguenti all'introduzione della barriera impermeabile.



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 (Rif. /4/) e comunque in modo conservativo sempre a favore di sicurezza.

I calcoli di dimensionamento sono stati sviluppati in dettaglio nella relazione di calcolo allegata al presente progetto, di seguito si riportano in sintesi la metodologia di calcolo, i dati di base e i risultati ottenuti nelle verifiche effettuate.

10.2 Vita utile di progetto e Classe di importanza delle opere

Con riferimento al p.to 2.5 delle N.T.C., Tabella 2.5.1 "Vita utile di progetto per diverse tipologie di strutture", in accordo con la Committente la vita utile di progetto viene assunta pari a 100 anni.

In base ad un principio di precauzione, si assume infatti che all'opera in progetto sia opportuno associare la Classe di importanza 2. Per quanto tale classe sia espressamente riferita a "industrie con attività pericolose per l'ambiente" e di fatto comunque lo stabilimento non sia più sede di attività produttive, la necessità di isolare

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 71 di 131	Rev. 0

la zona A1 dalla matrici ambientali circostanti tramite interventi di messa in sicurezza permanente tra cui rientra l'opera in progetto implica la presenza di sostanze potenzialmente pericolose, in se o per il loro livello di concentrazione, e tale da costituire motivo di preoccupazione per il rischio ambientale.

10.3 Sismicità

In accordo con quanto indicato al punto 3.2 del D. M. Infrastrutture e Trasporti 14 Settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni" /4/e con riferimento all'allegato 1 dell'ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione, e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone" /5/, ai fini della definizione delle azioni di natura sismica, il Comune di Cengio (sv) risulta 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: $a_g=0,07g$
- Fattore di categoria del suolo di fondazione: $S=1,25$

10.4 Combinazioni di progetto delle azioni e coefficienti parziali per le resistenze

Il metodo di calcolo impiegato è il metodo semiprobabilistico agli stati limite come imposto al Cap. 5 delle Norme Tecniche per le Costruzioni. 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 ricade in zona sismica 4 (p.to 2.2.3 delle N. T. C.) sono stati progettati 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;
- stati limite di esercizio (SLE): con i requisiti necessari le prestazioni dell'opera previste per le condizioni di esercizio

10.4.1 Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

Le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi dell'opera sono condotte con riferimento alle seguenti combinazioni di carico ed ai corrispondenti coefficienti di fattorizzazione dei valori caratteristici delle azioni considerate, nonché ai coefficienti parziali per i parametri del terreno (7.2.5 – 3.2.3 di /4/).



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 72 di 131	Rev. 0

Tabella 1: Coefficienti parziali per le azioni e coefficienti parziali per i parametri del terreno per le verifiche agli stati limite ultimi in assenza di sisma

VERIFICHE SLU IN ASSENZA DI SISMA							
	Coeff. parziali per le azioni			Coeff. parziali per i parametri del terreno			
(A1+M1) _{NS}	permanenti (γ_G)	variabili (γ_Q)	sisma (γ_E)	$\tan\phi'_k$ (γ_ϕ)	c'_k (γ_c)	c_{uk} (γ_{cu})	γ (γ_γ)
	1,4 (1,0)	1,5 (0,0)	--	1,00	1,00	1,00	1,00
(A2+M2) _{NS}	permanenti (γ_G)	variabili (γ_Q)	sisma (γ_E)	$\tan\phi'_k$ (γ_ϕ)	c'_k (γ_c)	c_{uk} (γ_{cu})	γ (γ_γ)
	1,0	1,3 (0,0)	--	1,25	1,25	1,40	1,00

Tabella 2 – Coefficienti parziali per le azioni e coefficienti parziali per i parametri del terreno per le verifiche agli stati limite ultimi in presenza di sisma

VERIFICHE SLU IN PRESENZA DI SISMA							
	Coeff. parziali per le azioni			Coeff. parziali per i parametri del terreno			
(A1+M1) _S	permanenti (γ_G)	variabili (γ_Q)	sisma (γ_E)	$\tan\phi'_k$ (γ_ϕ)	c'_k (γ_c)	c_{uk} (γ_{cu})	γ (γ_γ)
	1,0	1,0 (0,0)	1,0	1,00	1,00	1,00	1,00
(A2+M2) _S	permanenti (γ_G)	variabili (γ_Q)	sisma (γ_E)	$\tan\phi'_k$ (γ_ϕ)	c'_k (γ_c)	c_{uk} (γ_{cu})	γ (γ_γ)
	1,0	1,0 (0,0)	1,0	1,25	1,25	1,40	1,00

(nota: i coefficienti parziali per le azioni scritti tra parentesi sono da intendersi per la condizione favorevole dell'azione stessa nei riguardi dello SLU).

10.4.2 Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)

Considerando che per la tipologia di sovraccarico variabile in esame il coefficiente di combinazione delle azioni variabili è da considerarsi pari ad 1.0 (5.1.2.2.2 di /4/), le combinazioni di carico utili per l'analisi degli stati limite di esercizio si riducono ad un'unica combinazione di carico di seguito riportata.



Tabella 3 – Coefficienti parziali per le azioni e coefficienti parziali per i parametri del terreno per le verifiche agli stati limite di esercizio

VERIFICHE SLE							
	Coeff. parziali per le azioni			Coeff. parziali per i parametri del terreno			
	permanenti (γ_G)	variabili (γ_Q)	sisma (γ_E)	$\tan\phi'_k$ (γ_ϕ)	c'_k (γ_c)	c_{uk} (γ_{cu})	γ (γ_γ)
	1,00 (0,9)	1,0	--	1,00	1,00	1,00	1,00

(nota: i coefficienti parziali per le azioni scritti tra parentesi sono da intendersi per la condizione favorevole dell'azione stessa nei riguardi dello SLE).

10.5 Analisi dei carichi

Nel presente paragrafo vengono riportati i criteri assunti per la definizione dei carichi di progetto.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 73 di 131	Rev. 0

10.5.1 Pesi propri dei materiali strutturali

I pesi propri degli elementi strutturali in c.c.a. sono valutati in funzione della geometria dei singoli elementi attribuendo al conglomerato cementizio armato un valore di peso specifico pari a $q_c = 25,0 \text{ kN/m}^3$

10.5.2 Carichi e sovraccarichi

Ai fini della definizione dei carichi permanenti in gioco si sono impiegati i seguenti valori di peso specifico:

- i pesi specifici assunti per i terreni sono riportati al par.4.2
- γ_{dp} = peso dell'unità di volume del diaframma plastico = $12,0 \text{ kN/m}^3$

Ai fini della valutazione dell'incremento di spinta in fase di esercizio si è assunto un sovraccarico variabile (per considerare i mezzi operanti durante la sistemazione dei terreni nella Zona A1), uniformemente distribuito, agente sulla superficie del terreno collocato a monte dell'opera di valore pari a:

q_s = sovraccarico variabile superficiale = $20,00 \text{ kPa}$

10.5.3 Spinte delle terre

Le spinte del terreno a tergo dell' opera di sostegno, così come la resistenza passiva offerta dal terreno posto a valle della stessa, sono state valutate dal programma di calcolo mediante un'analisi agli elementi finiti del complesso opera-terreno (vedi punto 10.7.1), assumendo un modello elasto-plastico (criterio di resistenza Mohr-Coulomb) per il terreno ed un modello elastico per le strutture. Per il terreno si sono adottati i parametri geotecnici di cui al punto 4.2 fattorizzati mediante i coefficienti parziali di cui ai punti 10.4.1 e 10.4.2.

10.5.4 Azione sismica

In accordo con le Norme tecniche per le costruzioni /4/ (7.4.2.3) e con l' O.P.C.M 20 Marzo n°3274 /5/ (4.4, 4.4.2) le azioni sismiche agenti sull'opera di sostegno sono ricavate mediante un'analisi pseudo-statica, secondo la quale l'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali date dal prodotto delle forze di gravità per un coefficiente sismico.

I coefficienti sismici orizzontale (k_h) e verticale (k_v) che interessano tutte le masse, considerando che l'opera oggetto di studio risulta di classe 2 secondo le Norme tecniche per le costruzioni [3], sono calcolati come:



$$K_h = S \cdot a_g / r = 0,0875g$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h = 0,04375g$$

dove al fattore r è assegnato il valore di 1 (opera di sostegno caratterizzata da limitati spostamenti).

10.6 Caratteristiche dei materiali

OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 74 di 131	Rev. 0

Le verifiche di sicurezza per le opere in conglomerato cementizio armato sono state condotte secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite prendendo in esame i diversi stati limite ultimi e di esercizio, così come previsti dalla normativa, adottando i materiali aventi le caratteristiche riportate nella sintesi seguente:

Calcestruzzo (5.1 e 11.1.10 di /4/; 2.1.3, 5.3.3 di /9/)

Classe di resistenza: BASSA

R_{ck} = resistenza caratt. cubica a compressione a 28 gg	= 30.0 N/mm ²
ν = coefficiente di Poisson	= 0.15
E_{ci} = modulo elastico istantaneo del calcestruzzo	= 31220 N/mm ²
E_{cl} = modulo elastico calcestruzzo a lungo termine	= 10407 N/mm ²
f_{ck} = resistenza caratt. cilindrica a compressione	= 24.9 N/mm ²
f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice	= 2.63 N/mm ²
f_{ctk} = resistenza caratt. a trazione semplice	= 1.84 N/mm ²
f_{cfm} = resistenza media a trazione per flessione	= 3.16 N/mm ²
f_{cfk} = resistenza caratt. a trazione per flessione	= 2.21 N/mm ²
f_{bk} = tensione tangenziale caratt. di aderenza	= 4.14 N/mm ²

Acciaio B450C, laminato a caldo, per barre ad aderenza migliorata da c.a, controllato in stabilimento (11.2.2 di /4/)

f_{tk} = tensione caratteristica di rottura	≥ 540 N/mm ²
f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento	≥ 450 N/mm ²

tutte le ulteriori caratteristiche fisico-meccaniche e tecnologiche dell'acciaio devono essere conformi alle prescrizioni riportate al punto 11.2.2 di /4/.

MISCELA PLASTICA PER IL DIAFRAMMA PLASTICO



L'opera di separazione tra le zone A1 ed A2 è progettata in modo che nel materiale componente il diaframma plastico il livello tensionale si mantenga al di sotto di una predefinita soglia (vedi punto 10.8.1.3) con riferimento a tutte le combinazioni di azioni ed ai diversi stati limite (ultimi e di esercizio) esaminati. Le verifiche del diaframma plastico sono state condotte con riferimento ai seguenti parametri:

q_u = resistenza a compressione non confinata a 28 gg	= 0.2÷1.0 N/mm ²
E_p = modulo elastico (assunto pari a 300 q_u)	= 60 N/mm ²
f_{DPk} = resistenza caratteristica a trazione	= 160 kPa

TERRENI TRATTATI CON JET GROUTING

Sulla base dei dati reperiti in letteratura e delle esperienze precedentemente maturate, per i terreni trattati con interventi di gettiniezione si è assunto un modulo elastico pari a:

E_j = modulo elastico	= 2500 N/mm ²
-------------------------	--------------------------

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 75 di 131	Rev. 0

10.7 Metodi di analisi

10.7.1 Metodo agli elementi finiti (F.E.M.) per l'analisi dell'interazione terreno-struttura in condizioni statiche e sismiche



In relazione alla complessità dei rapporti intercorrenti tra la composita struttura oggetto di studio ed i terreni del sito, nonché in relazione le diverse condizioni di carico e al contorno, si è ritenuto opportuno l'utilizzo del metodo calcolo agli elementi finiti (F.E.M). Il software utilizzato (PLAXIS, versione 8, 2002, Delft University of Technology) è un codice di calcolo bidimensionale agli elementi finiti che permette di tenere conto del comportamento elastoplastico del terreno seguendo contemporaneamente, per passi successivi, la variazione di stato tensionale e deformativo nei vari punti dell'ammasso considerato e degli elementi strutturali collegati. La sua caratteristica peculiare è di utilizzare materiali con caratteristiche elastoplastiche, seguendo passo passo gli incrementi di carico (fino a grandi deformazioni, nel qual caso è possibile aggiornare la griglia di calcolo) utilizzando il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, o altri criteri, quale Drucker-Prager, CAM CLAY modificato, etc. Il terreno è schematizzato mediante un insieme di elementi finiti non strutturati di forma triangolare a quindici nodi che forniscono una distribuzione cubica delle tensioni e delle deformazioni all'interno di ciascun elemento, essendo polinomi del 4° ordine le funzioni di forma interpolanti il campo degli spostamenti. All'interno di ogni passo di carico il programma perviene all'equilibrio attraverso una serie di iterazioni sfruttando la matrice di rigidità iniziale (metodo di Newton-Raphson modificato). Il controllo della convergenza, al termine della i-esima iterazione viene effettuato attraverso il controllo dell'errore della i-esima iterazione, errore rappresentato dal rapporto tra la norma del vettore costituito dalle forze nodali non bilanciate e la norma del vettore dei carichi nodali equivalenti relativo al livello finale di carico del passo in esame.

PLAXIS permette di mettere in conto la presenza di elementi strutturali piani del tipo "plate", "anchors"; e "geogrids" resistenti solo a trazione, di considerare la presenza di molle elastoplastiche, diversi gradi di svincolamento, e di ridurre le caratteristiche meccaniche del terreno a contatto con elementi di diversa natura ("Interfaces"). In conto ai processi di consolidazione, è data la possibilità di introdurre dreni e "well point" in varie direzioni; mentre per ciò che concerne le azioni esterne risultano realizzabili sistemi di cedimenti impressi, analisi statiche complesse (azioni distribuite e concentrate con complesse disposizioni), ed analisi pseudo-statiche referenti ad azioni sismiche in direzioni sia verticali che orizzontali.

In particolare la versione utilizzata ha permesso l'analisi per passi esecutivi dell'opera in condizioni piane di deformazione; a tale scopo sono state effettuate le calcolazioni su sezioni significative della struttura in oggetto, scelte in base all'altezza del paramento verticale del muro in elevazione ed alla profondità del substrato marnoso di base.

L'analisi F.E.M. consente di definire i diagrammi di spinta agenti sulle strutture e di valutare le caratteristiche di sollecitazione e di deformazione per quest'ultime tenendo conto dell'interazione terreno-struttura.

I risultati del modello sono stati impiegati per:

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 76 di 131	Rev. 0

- le verifiche di stabilità globale dell'insieme muro-terreno per tutte le tipologie strutturali (metodologia ϕ -c reduction);
- il dimensionamento delle sezioni delle opere interrate (setti strutturali, solettoni di fondazione, pali di fondazione, taglioni di fondazione,..) mediante le sollecitazioni ricavate dal modello;
- la valutazione dei movimenti caratterizzanti l'opera durante il suo regolare esercizio e nelle condizioni ultime;
- il calcolo delle sollecitazioni e delle deformazioni caratterizzanti il diaframma plastico nelle condizioni di esercizio e nelle condizioni ultime

10.7.2 Dimensionamento dei muri di elevazione

Per il dimensionamento delle sezioni dei muri in elevazione dell'intera opera si è ritenuto di operare in maniera cautelativa adottando il criterio tradizionale basato sul metodo dell'equilibrio limite, schematizzando l'opera di sostegno come rigida e rigidamente vincolata al basamento (schema a mensola). I valori di spinta e di sollecitazione così ricavati risultano maggiori di quelli ottenibili da un modello più sofisticato, quale quello agli elementi finiti di cui al punto precedente, in quanto i movimenti subiti dall'opera modificano il regime di spinta abbassandone i valori di intensità.

Il calcolo delle spinte agenti sul paramento murario è condotto secondo il criterio dell'analisi limite facendo riferimento ai seguenti dati di base:

1) Terreno monostrato a tergo del muro, in assenza di falda, caratterizzato dai seguenti parametri fisico-meccanici medi (valori caratteristici):

Coesione non drenata $c_k' = 0$
Angolo di attrito interno $\phi_k' = 25^\circ$
Peso dell'unità di volume del terreno: $\gamma_k = 18,40 \text{ kN/m}^3$

2) Estradosso orizzontale del terreno a tergo del muro collocato a -0,50 m dalla sommità del muro stesso.



3) Assenza di terreno a valle del muro.

4) Sovraccarico variabile all'estradosso del terreno di monte pari a 20,0kPa.

Il calcolo della spinta del terreno come risultante delle spinte dinamiche e statiche è condotto con riferimento ai valori dei coefficienti di spinta calcolati con la formulazione di Mononobe-Okabe, il tutto in accordo col punto 4.4.3 di /5/. Relativamente al caso statico (condizioni non sismiche), le formule per il calcolo della spinta del terreno si riducono alla tradizionale formulazione di Coulomb.

La spinta è considerata agente a tergo del volume di terreno imbarcato all'estradosso del tratto di valle della ciabatta di fondazione.

Con riferimento alle combinazioni di carico di cui al punto 10.4, le tabelle che seguono riassumono i valori dei parametri di carico e dei parametri di terreno impiegati per tutte le combinazioni di carico analizzate:

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 77 di 131	Rev. 0

VERIFICHE SLU IN ASSENZA DI SISMA						
	Azioni fattorizzate			Parametri del terreno fattorizzati		
(A1+M1) _{NS}	permanenti (terreno) γ'_d [kN/m ³]	variabili q_{sd} [kPa]	sisma (γ_E)	ϕ'_d	c'_d [kPa]	
	25,76	30,0	--	25°	0,00	
(A2+M2) _{NS}	permanenti (terreno) γ'_d [kN/m ³]	variabili q_{sd} [kPa]	sisma (γ_E)	ϕ'_d	c'_d [kPa]	
	18,40	26,0	--	20°	0,00	

VERIFICHE SLU IN PRESENZA DI SISMA						
	Azioni fattorizzate			Parametri del terreno fattorizzati		
(A2+M2) _S	permanenti (terreno) γ'_d [kN/m ³]	variabili q_{sd} [kPa]	sisma (γ_E)	ϕ'_d	c'_d [kPa]	
	18,40	20,0	1,0	20°	0,00	

VERIFICHE SLE						
	Azioni fattorizzate			Parametri del terreno fattorizzati		
	permanenti (terreno) γ'_d [kN/m ³]	variabili q_{sd} [kPa]	sisma (γ_E)	ϕ'_d	c'_d [kPa]	
	18,40	20,0	--	25°	0,00	

10.7.3 Verifiche di stabilità locale

Per le tipologie strutturali "A" e "D", non direttamente fondate nel substrato marnoso tramite i setti strutturali, sono state eseguite le verifiche di stabilità locale allo stato limite ultimo.

Tali verifiche consistono in:

Verifica di stabilità allo *stato limite ultimo* per scorrimento [combinazioni (A1+M1)_{NS}, (A2+A2)_{NS}; (A1+M1)_S; (A2+M2)_S].

Verifica di stabilità allo *stato limite ultimo* per ribaltamento [combinazioni (A1+M1)_{NS}, (A2+A2)_{NS}; (A1+M1)_S; (A2+M2)_S].

Verifica di stabilità allo *stato limite ultimo* per schiacciamento del terreno sotto la fondazione [combinazioni (A1+M1)_{NS}, (A2+A2)_{NS}; (A1+M1)_S; (A2+M2)_S].



Le verifiche sono condotte con riferimento alle caratteristiche geometriche maggiormente cautelative, ai fini dei calcoli di stabilità, per le due tipologie in esame.

Per le verifiche di stabilità locale si fa riferimento ai diagrammi di spinta ottenuti dal modello agli elementi finiti (modello F.E.M.) eseguite per le tipologie citate.

Le verifiche sono condotte con riferimento alle condizioni di carico maggiormente gravose fra tutte quelle analizzate che sono risultate, in ogni caso, quelle conseguenti alla combinazione (A2+M2)_S con la componente sismica verticale diretta verso l'alto (forze di inerzia alleggerenti).

Le azioni destabilizzanti sono dovute a:

- o spinta del terreno in condizioni dinamiche (da elaborazioni F.E.M.). La spinta è considerata agente a tergo del volume di terreno imbarcato all'estradosso del tratto di valle della ciabatta di fondazione (per l'angolo di attrito interno del

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 78 di 131	Rev. 0

terreno a tergo dell'opera si assume il valore caratteristico $\phi'_k=25^\circ$, ottenuto come media pesata tra i valori caratterizzanti i diversi strati ivi presenti).

- forze di inerzia inerenti i pesi degli elementi in c.a e del terreno imbarcato (coefficienti k_h e k_v di cui al punto 10.5.4).

Le azioni stabilizzanti sono determinate dai pesi (individuati da geometrie, pesi propri di c.a. e del terreno imbarcato dalla fondazione a tergo del muro) e dalle forze attrittive ad essi connesse, dalla resistenza passiva offerta dal taglione di monte e, solo per il caso della tipologia "A", dalla resistenza passiva offerta dal taglione di valle (le intensità delle resistenze passive sono ricavate dal modello F.E.M.); per la tipologia "D" non si fa affidamento sulla resistenza passiva offerta dalla berma di terreno prevista dal progetto a valle dell'opera di sostegno.

Il terreno a contatto con la fondazione è il "Terreno di Riporto" (valore caratteristico dell'angolo di attrito interno assunto pari a $\phi'_k=28^\circ$) le cui caratteristiche di resistenza meccanica sono definite in dettaglio al punto 4.2.

In sintesi, le formule impiegate nei calcoli di stabilità per definire i coefficienti di sicurezza dell'opera sono:

Verifica di scorrimento

F_{stab} = risultante delle forze stabilizzanti

F_{dest} = risultante delle forze destabilizzanti

$$FS = F_{stab}/F_{dest}$$

Verifica al ribaltamento

Viene condotta ipotizzando come centro di rotazione rigida il punto più a valle dell'opera di sostegno (polo O).

M_{stab} = risultante dei momenti stabilizzanti, calcolati rispetto ad O, dovuti alle forze stabilizzanti moltiplicati per i rispettivi bracci.

M_{dest} = risultante dei momenti ribaltanti, calcolati rispetto ad O, dovuti alle forze destabilizzanti moltiplicati per i rispettivi bracci.

$$FS = M_{stab}/M_{dest}$$

Verifica allo schiacciamento

Per l'individuazione della capacità portante del terreno di riporto si è fatto riferimento alla formulazione di Brinch-Hansen; per condizioni drenate:

$$q_{ult} = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c' N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

Per il calcolo della massima pressione di contatto fondazione-terreno si fa uso delle seguenti formule:

$$u = (M_{stab} - M_{dest})/N$$

$$e = B/2 - u$$



se $B/6 \geq e$, allora la sezione di contatto è interamente reagente e, pertanto:

$$s_{max} = N/B + N e / B^2$$

altrimenti la sezione di contatto è parzializzata e, pertanto:

$$s_{max} = 2N / (3(B/2 - e))$$

$$FS = q_{ult} / s_{max}$$

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 79 di 131	Rev. 0

dove:

u = braccio di N rispetto al polo O

N = risultante delle forze verticali sovrastanti la sezione di contatto fondazione-terreno.

e = eccentricità di N rispetto al baricentro della sezione di contatto fondazione-terreno

s_{max} = massima pressione di contatto fondazione-terreno

10.8 Criteri di verifica

10.8.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

10.8.1.1 Verifiche geotecniche di stabilità dell'opera

Le verifiche di stabilità fanno riferimento a cinematismi riconducibili allo scivolamento sui piani di posa, al ribaltamento ed alla rottura dell'insieme fondazione-terreno, nonché alla verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno terreno.

10.8.1.2 Verifiche di resistenza degli elementi strutturali in conglomerato cementizio armato (5.1.2.1 di /4/)

Sulla base delle sollecitazioni di calcolo valutate per le combinazioni di cui al punto 10.4 [(A1+M1)_{NS}, (A2+M2)_{NS}, (A1+M1)_S, (A1+M1)_{NS}], le verifiche allo stato limite ultimo di resistenza delle opere in conglomerato cementizio armato sono condotte controllando che, per ogni elemento strutturale e per ciascuna delle combinazioni prese in esame, i valori delle resistenza di calcolo (R_d) risultino maggiori o uguali ai valori delle sollecitazioni di calcolo (E_d).

Le resistenze di calcolo dei materiali sono assunte pari a:

Calcestruzzo:

$$f_{cd} = \text{resistenza di calcolo a compressione} = R_{ck}/\gamma_{m,c} = 15.79\text{N/mm}^2$$

$$\gamma_{m,c} = \text{coefficiente parziale di sicurezza} = 1.9$$

$$f_{ctd} = \text{resistenza di calcolo a trazione} = f_{ctk}/\gamma_{m,c} = 1.15\text{N/mm}^2$$

$$\gamma_{m,c} = \text{coefficiente parziale di sicurezza} = 1.6$$

$$f_{bd} = \text{tensione di aderenza acciaio-cls di calcolo} = f_{bk}/\gamma_{m,c}$$

$$\gamma_{m,c} = \text{coeff. parziale di sicurezza (zone compresse)} = 1.6$$

$$\gamma_{m,c} = \text{coeff. parziale di sicurezza (zone tese)} = 1.84$$

Acciaio:



$$f_{yd} = \text{tensione di snervamento di calcolo} = f_{yk}/\gamma_{m,s} = 391\text{N/mm}^2$$

$$\gamma_{m,s} = \text{coefficiente parziale di sicurezza} = 1.15$$

Le verifiche nei confronti delle sollecitazioni di sforzo normale N_d e momento flettente M_d di calcolo sono state condotte controllando che le diverse combinazioni di N_d e M_d rientrino all'interno dei domini di resistenza delle diverse sezioni esaminate. Per i materiali si sono adottati i seguenti modelli costitutivi:

Calcestruzzo: diagramma σ - ε parabola rettangolo ($\varepsilon_{c2}=2,0\%$; $\varepsilon_{c3}=3,5\%$)

Acciaio: diagramma σ - ε bilatero non incrudente ($\varepsilon_{ud}=10\%$)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 80 di 131	Rev. 0

Il calcolo delle resistenze nei confronti delle sollecitazioni taglianti è condotto in base alle seguenti formulazioni:

elementi sprovvisti di armatura trasversale resistente a taglio:

$$T_{sdu} = 0,25 \cdot f_{ctd} \cdot r \cdot (1 + 50 \rho_l) \cdot b_w \cdot \delta \cdot d \quad (4.2.2.2.2 \text{ di } /9/)$$

verifica del conglomerato per elementi con armatura trasversale resistente a taglio:

$$T_{sdu} = 0,30 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) \quad (4.2.2.3.1 \text{ di } /9/)$$

verifica dell'armatura trasversale d'anima:

$$T_{sdu} = T_{cd} + T_{wd} \quad (4.2.2.3.2 \text{ di } /9/)$$

essendo:

$$T_{cd} = 0,60 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d \cdot \delta$$

$$T_{wd} = A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot 0,90 \cdot d / s \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

10.8.1.3 Verifica dello stato tensionale nel diaframma plastico

Nel caso di opere interagenti con il terreno al punto 7.2.5.3 di /4/, relativamente alle verifiche nei confronti dello stato limite di esercizio (SLE), si dice che "il progetto deve esplicitare le prescrizioni relative alle deformazioni compatibili e le prestazioni attese dell'opera stessa".

Nel caso del diaframma plastico la funzionalità dello stesso è determinata dalla sua permeabilità che, seppur dipendente dalle caratteristiche della miscela, può subire variazioni in funzione dello stato tensionale efficace.

Di conseguenza la verifica delle prestazioni dell'opera, in accordo a quanto specificatamente richiesto nelle raccomandazioni ICE (ICE, 1999), viene fatta rispetto alle variazioni tensionali perché potenzialmente "inficanti" le prestazioni stessa dell'opera.

Nella definizione dello stato limite ultimo (SLU), per il diaframma plastico si possono fare rientrare quelle condizioni per le quali si verificano perdite irreversibili della funzione di confinamento idraulico del diaframma, causate da variazioni tensionali. Anche in questo caso la verifica di sicurezza nei confronti di queste situazioni non può essere effettuata in termini di deformazioni ma più correttamente in termini di tensioni. A tal proposito sarà perciò importante verificare, in fase di pre-qualifica delle miscele, le caratteristiche di permeabilità delle stesse in relazione ai livelli tensionali attesi sulla base delle verifiche eseguite.

In fase di progetto le verifiche sullo stato tensionale, con particolare riferimento allo stato sollecitazionale di trazione, sono state eseguite assumendo un valore di calcolo della resistenza a trazione della miscela plastica pari a:



$$f_{DPd} = \text{resistenza di calcolo a trazione} = f_{DPk} / \gamma_{m,dp} = 0,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{m,dp} = \text{coefficiente parziale di sicurezza} = 1,6$$

Il controllo dello stato tensionale nella miscela plastica consiste nel verificare che, per effetto delle diverse combinazioni delle sollecitazioni di calcolo (N_d , M_d , T_d sforzo assiale, momento flettente e taglio) derivanti dal modello agli elementi finiti, realizzato per l'opera di sostegno (diaframma plastico compreso), le tensioni principali di trazione calcolate nelle fibre delle diverse sezioni di diaframma esaminate risultino inferiori al valore di calcolo di cui sopra.

Ai fini di tali verifiche si adottano le seguenti ipotesi:

-Conservazione delle sezioni piane del diaframma plastico.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 81 di 131	Rev. 0

- Comportamento elastico lineare omogeneo ed isotropo del materiale costituente la miscela plastica.
- Materiale reagente a trazione.
- Validità del principio di sovrapposizione degli effetti.

Le componenti di tensione normale (σ) e tangenziale (τ) sono calcolate per le sezioni caratterizzate dai seguenti stati di sollecitazione:

-Sezione caratterizzata dallo sforzo assiale massimo di trazione N_d e dai corrispondenti valori di momento flettente M_d e taglio T_d .

-Sezione caratterizzata dal massimo valore del momento flettente M_d e dai corrispondenti valori di sforzo assiale N_d e taglio T_d .

-Sezione caratterizzata dal massimo valore dello sforzo di taglio T_d e dai corrispondenti valori di sforzo assiale N_d e momento flettente M_d .

Il calcolo delle tensioni normali (indicate con σ) indotte dalla sollecitazione composta di sforzo assiale e momento flettente è ottenuto mediante la relazione:

$$\sigma = N_d/A \pm M_d/W$$

Avendo indicato con:

A = Area della sezione

W = Modulo di resistenza della sezione

Il calcolo delle tensioni tangenziali (indicate con τ) indotte dalla sollecitazione di taglio è ottenuto mediante la relazione:

$$\tau = 1.5T_d/A \text{ (Jourawsky, sezione rettangolare)}$$

Noti i valori di tensione σ e τ indotti dalle combinazioni di sollecitazioni di cui sopra si sono calcolate le tensioni principali, relative alle varie fibre della sezione esaminata, secondo la relazione:

$$\sigma_{pt,c} = \sigma/2 \pm \sqrt{(\sigma/2)^2 + \tau^2}$$

Avendo indicato con:

σ_{pc} = il valore della tensione principale di compressione



σ_{pt} = il valore della tensione principale di trazione

I massimi valori di tensione principale di trazione così calcolati sono stati confrontati con il valore di progetto della resistenza a trazione della miscela plastica verificando che:

$$\sigma_{pt} \leq f_{Dpd}$$

Per tutte le sezioni e condizioni di analisi è stata soddisfatta tale verifica.

A titolo indicativo, tra i risultati di calcolo sono stati riportati anche i valori di distorsione elastica ingenerati nel diaframma plastico così come ricavati dal modello F.E.M. (δ/L mm/m, inteso come rapporto tra il massimo valore di spostamento orizzontale differenziale (δ) valutato tra due sezioni poste ad una distanza, misurata lungo la verticale, di $L=1,00$ m).

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 82 di 131	Rev. 0

10.8.2 Verifiche agli Stati Limite di esercizio

Sulla base delle sollecitazioni di calcolo valutate per la combinazione di esercizio di cui al punto 10.8.2, sono condotte le seguenti verifiche:

- Verifica di fessurazione delle opere strutturali in c.c.a.
- Calcolo delle tensioni di esercizio nel diaframma plastico.

10.8.2.1 Verifiche di fessurazione delle opere in c.a. (5.1.2.2.6 di /4/; 4.3.1 di /9/)

Le verifiche di fessurazione sono condotte con riferimento a condizioni ambientali *molto aggressive* e ad armature di tipo *poco sensibile*.

Sulla base dei suddetti dati, l'opera in questione ricade nel gruppo di esigenze c, con armatura di tipo poco sensibile, per il quale è previsto lo *stato limite di apertura delle fessure* con un valore limite di apertura delle fessure pari al seguente valore nominale:

$$w_1 = \text{valore limite di apertura delle fessure} = 0,2 \text{ mm}$$

Il valore caratteristico di calcolo di apertura delle fessure è ottenuto mediante la formula:

$$w_k = 1,7 \cdot w_m$$

Dove l'ampiezza media delle fessure w_m è calcolata come prodotto della deformazione media delle barre di armatura ε_{sm} per la distanza tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_m = \varepsilon_{sm} \cdot \Delta_{sm}$$



Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{sm} si fa riferimento ai criteri consolidati riportati al punto B.6.6.3 della CM di cui al riferimento /9/.

Ai fini del calcolo dell'apertura teorica delle fessure si assume che la formazione delle fessure avvenga quando nella fibra maggiormente sollecitata della sezione in c.a., omogeneizzata ed interamente reagente, il valore della tensione di trazione abbia raggiunto il valore limite $f_{ctk} = 1,84 \text{ N/mm}^2$.

Nei calcoli si tiene conto del contributo del "tension stiffening" assumendo un valore della resistenza a trazione media del cls pari a $f_{ctm} = 2,63 \text{ N/mm}^2$

10.8.2.2 Calcolo delle tensioni di esercizio nel diaframma plastico

Per quanto riguarda i limiti imposti allo stato tensionale del diaframma plastico nelle condizioni di esercizio valgono le stesse considerazioni di cui al punto 10.8.1.3.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 83 di 131	Rev. 0

10.9 Sezioni di calcolo adottate per le verifiche strutturali

Nel presente paragrafo sono riportati i riferimenti di localizzazione delle sezioni di analisi ricavate lungo l'intero sviluppo planimetrico dell'opera e ritenute più significative ai fini delle analisi e delle verifiche strutturali e geotecniche.

Tali "sezioni di analisi" fanno riferimento alle diverse tipologie tecnologico-costruttive presenti nell'opera di progetto così denominate:

- TIPOLOGIA "A"
- TIPOLOGIA "B"
- TIPOLOGIA "C"
- TIPOLOGIA "D"

Per le caratteristiche geometriche delle singole sezioni si rimanda alla Relazione di Calcolo.

Tipologia "A"

- Sezione Sa0: ubicata a 51,00 m dal vertice V1, in direzione del vertice V2.
- Sezione Sa1: ubicata a circa 121,00 m dal vertice V1, in direzione del vertice V2.
- Sezione Sa2: è ubicata a circa 181,00 m dal vertice V1, in direzione del vertice V2.

Tipologia "B"

- Sezione Sb0: è ubicata a 22,00 m dal vertice V3, in direzione del vertice V2.
- Sezione Sb1: ubicata a circa 34,00 m dal vertice V4, in direzione del vertice V5.
- Sezione Sb2: ubicata a circa 35,00 m dal vertice V5, in direzione del vertice V6.
- Sezione Sb3: ubicata a circa 15,00 m dal vertice V6, in direzione del vertice V7.

Tipologia "C"

- Sezione Sc1: ubicata a 10,00 m dal vertice V7, verso il vertice V8.
- Sezione Sc2: ubicata a circa 30,00 m dal vertice V8, verso il vertice V9.
- Sezione Sc3: ubicata a circa 12,00 m dal vertice V9, verso il vertice V9bis.

Tipologia "D"

- Sezione Sd1: ubicata a 10,00 m dal vertice V11.



10.10 Dimensionamento del diaframma plastico

10.10.1 Funzione del diaframma plastico

Il diaframma plastico composito, immerso nel substrato impermeabile rappresentato dalla formazione marnosa di base, costituisce il sistema barriera di confinamento delle pareti del deposito realizzato in Zona A1.

Il diaframma plastico composito ha la funzione di impedire:

- la diffusione laterale delle acque di percolazione contenute nei terreni abbancati nella zona A1 verso l'esterno della stessa zona;
- l'ingressione laterale di acque all'interno della zona A1 per evitare il prodursi di ulteriore percolato.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 84 di 131	Rev. 0

La diffusione delle acque di percolazione al di là del sistema barriera di confinamento (rappresentata, appunto, dal diaframma plastico composito) può avvenire per attraversamento piano e/o per aggiramento al di sotto della base di imposta del diaframma nello strato di marna.

Al fine di creare un sistema di contenimento fondo-pareti del deposito in zona A1 continuo, il diaframma plastico viene immerso nella formazione di base fino a profondità tali da realizzare anche per la cinturazione laterale le stesse caratteristiche di impermeabilità della formazione marnosa (barriera di fondo).

L'immorsamento suddetto viene determinato in accordo e continuità con i criteri definiti nella progettazione condotta per il sistema di contenimento idraulico già realizzato in occasione dei recenti lavori di realizzazione delle opere arginali di difesa dal fiume Bormida (§ Rif./g/).

10.10.2 Caratteristiche di permeabilità del diaframma plastico composito

La permeabilità della miscela plastica sarà dell'ordine di $5,0 \cdot 10^{-7}$ cm/sec (a maturazione si raggiungono valori dell'ordine dei 10^{-8} cm/sec), questo parametro in ogni caso verificato dovrà essere verificato in sito tramite prove di permeabilità eseguite nei pannelli di prova appositamente previsti.

Complessivamente le caratteristiche di permeabilità del diaframma plastico composito possono essere valutate in relazione alle caratteristiche geometriche e proprietà idrauliche dei materiali costituenti lo stesso.

Di fatto il diaframma plastico consiste in uno strato composto da:



- miscela bentonitica $k = 5,0 \cdot 10^{-9}$ m/s, $s = 1$ m;
- geomembrana (telo HDPE) $k \leq 5,0 \cdot 10^{-14}$ m/s, $s \geq 2,5$ mm.

Il coefficiente di permeabilità relativo allo strato omogeneo di pari spessore complessivo è funzione delle permeabilità dei singoli strati, dello spessore dei singoli strati e dello spessore complessivo del sistema e può essere determinato attraverso la seguente formula:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{H} \cdot \sum_i^n \frac{H_i}{K_i}$$

in cui:

- k = permeabilità equivalente dello strato omogeneo;
- H = spessore complessivo del sistema multistrato;
- k_i = permeabilità relativa allo strato i-esimo;
- H_i = spessore relativo allo strato i-esimo;
- n = numero degli strati complessivo del sistema multistrato.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 85 di 131	Rev. 0

Di conseguenza la permeabilità complessiva del diaframma composito, calcolato con la formulazione indicata in precedenza, può essere stimato in:

$$k = \left(\frac{1}{k}\right)^{-1} = \left[\frac{1}{1} \cdot \left(\frac{1}{5 \cdot 10^{-9}} + \frac{0,0025}{5 \cdot 10^{-14}}\right)\right]^{-1} \cong 1,99 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$$

Il tempo di attraversamento, da parte del percolato, del diaframma composito viene stimato ricorrendo alla legge di Darcy:

$$v = k \cdot i$$

dove:

v = velocità di filtrazione (m/s);

k = coefficiente di permeabilità del mezzo attraversato dal flusso idraulico (m/s);

i = gradiente idraulico (adimensionale).

Essendo:

$$v = s/t$$

dove:

s = spessore dello strato attraversato (m);

t = tempo di attraversamento (s);

il tempo di attraversamento vale:

$$t = s \cdot i / k$$

sostituendo i valori per il caso in esame ed assumendo come permeabilità quella complessiva del diaframma composito e pari a $1,99 \cdot 10^{-11}$ m/s si ha:

$$t = (1 \cdot 1 / (1,99 \cdot 10^{-11})) / (365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) \cong 1590 \text{ anni}$$

Di fatto a maturazione avvenuta la permeabilità della miscela plastica diminuisce e raggiunge valori inferiori a $2,0 \cdot 10^{-10}$ m/s.



In tal caso la permeabilità equivalente risulta pari a $1,42 \cdot 10^{-11}$ m/s ed il corrispondente tempo di attraversamento pari a :

$$t = (1 \cdot 1 / (2,0 \cdot 10^{-10})) / (365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60) = 2219 \text{ anni}$$

10.10.3 Valutazione dell'immorsamento nella marna litoide

L'immorsamento all'interno del substrato marnoso è stato determinato, lungo il suo sviluppo longitudinale, in funzione delle caratteristiche di permeabilità del diaframma plastico composito ed in funzione della conducibilità idraulica locale della marna integra, misurata nel corso della prove di permeabilità tipo Lugeon eseguite nel corso delle campagne di indagine condotte (Marzo-Aprile 2004, Marzo 2006) lungo il tracciato dell'opera in progetto per il dimensionamento dell'opera stessa.

L'interpretazione delle prove di tipo Lugeon fornisce essenzialmente un coefficiente di permeabilità orizzontale; di conseguenza, ai fini della valutazione dell'immorsamento del diaframma plastico, i valori di permeabilità dedotti dalla prove di permeabilità in situ 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.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 86 di 131	Rev. 0

In particolare nella Tabella d della Relazione geotecnica (SPC 01-BG-E-94425) sono riportati i valori della conducibilità idraulica assunta per le diverse prove Lugeon eseguite ed utilizzate nella valutazione delle profondità di immersione del diaframma plastico, cautelativamente assunte rispetto ai risultati delle prove di permeabilità della marna all'acqua e alle acque di falda eseguite in laboratorio. Da queste ultime si sono, infatti, ottenuti valori della conducibilità idraulica della marna inferiori anche di due ordini di grandezza rispetto a quelle misurate in sito.

Nel caso fossero disponibili più dati sperimentali lungo una stessa verticale di indagine, si è fatto riferimento ad un coefficiente di permeabilità equivalente, per il principio secondo il quale il substrato costituito da strati con diversa conducibilità idraulica può essere assimilato ad un sistema in serie, dove il coefficiente di permeabilità ad esso relativo è funzione delle permeabilità rilevate all'interno degli strati costituenti il substrato e dei loro spessori secondo la formula seguente:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{H} \cdot \sum_i^n \frac{H_i}{K_i}$$

in cui k rappresenta la permeabilità equivalente, H lo spessore totale dello strato di interesse, H_i lo spessore dello strato caratterizzato dalla permeabilità K_i .



L'immersione del diaframma all'interno del substrato litoide è stato valutato pesando le permeabilità rilevate in funzione delle caratteristiche della marna descritte nelle stratigrafie dei sondaggi ed allegate alla Relazione Geotecnica, facendo riferimento ad un coefficiente di permeabilità equivalente, come sopra descritto.

Per assegnare la permeabilità desunta da una delle prove eseguite ad un tratto di marna si è tenuto conto delle condizioni idrauliche al contorno (carichi idraulici compatibili con le condizioni di esercizio).

Nei casi in cui sia stato rilevato un assorbimento nullo, data la sensibilità dello strumento utilizzato come contalitri, la permeabilità orizzontale può essere considerata $\leq 10^{-9}$ m/s.

Come scelta progettuale generale, si è assunto:

- di adottare un profilo di fondo del diaframma che segua l'andamento del tetto della marna, con variazione della profondità di immersione in funzione delle caratteristiche di permeabilità;
- di avere un approfondimento di almeno 2 metri (1,5 m + 0,5 m di franco tecnologico) in marna integra e con permeabilità verticale $K \leq 10^{-9}$ m/s; analogamente, sono stati mantenuti almeno 2 metri di approfondimento dal piano di eventuali discontinuità nel substrato della marna litoide, che potrebbero comportare aumenti locali di permeabilità, evidenziati dall'andamento dell'indice RQD;
- in genere in presenza di più prove di permeabilità lungo una stessa verticale si assume che la permeabilità misurata in una prova si estenda alla metà superiore dello spessore di marna tra due prove successive mentre alla metà inferiore si attribuisce il valore di permeabilità della prova sottostante successiva;

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 87 di 131	Rev. 0

- di effettuare variazioni di profondità compatibili con le dimensioni dei teli in HDPE contenuti nei diaframmi e dei moduli di esecuzione dei setti strutturali (5,0 m).

Tali criteri risultano in accordo con quelli già adottati con l'opera di contenimento in fase di realizzazione ed in analogia con questa sono sempre soddisfatti tempi di attraversamento minimi di 190 anni.

Nella Tavola 18 allegata è riportato il profilo altimetrico del diaframma plastico con indicazione delle dimensioni dei pannelli.

10.11 Dimensionamento della barriera pozzi

L'interasse dei pozzi drenanti costituente la barriera e le elettropompe sono state dimensionate calcolando la portata drenata dai pozzi medesimi in modo da ottenere la stabilizzazione della soggiacenza della falda allo stesso livello precedente la realizzazione del setto di separazione.

La portata per singolo pozzo del sistema di pozzi, nell'assunzione di avere una fonte di alimentazione lineare e monodirezionale, pressoché parallela all'allineamento dei pozzi stessi, viene valutata tramite la relazione generale di *Leonards*:

$$Q = K \frac{(H^2 - h^2)}{2 \cdot \left[\frac{L}{a} + \frac{1}{2\pi} \cdot \ln \frac{a}{2\pi r} \right]} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

dove :

- K = permeabilità dello strato alluvionale [m/s];
- H = livello piezometrico in considerazione dell'innalzamento di falda prodotto dalla presenza del setto [m];
- h = livello piezometrico indisturbato [m];
- r = raggio del pozzo drenante [m];
- L = raggio d'influenza del pozzo (raggio del cono di depressione) [m].
- a = interasse tra i pozzi



Dove il raggio d'influenza può essere determinato tramite la relazione di Sichardt:

$$L = c \cdot (H - h) \cdot \sqrt{K} \quad (\text{m})$$

in cui:

- K = permeabilità dello strato alluvionale [m/s];
- H = livello piezometrico in considerazione dell'innalzamento di falda prodotto dalla presenza del setto [m];
- h = livello piezometrico indisturbato [m];
- c = costante che per i pozzi in linea è assunta pari a 1500 [-].

Nel presente caso h risulta pari a 8 m (spessore medio dell'acquifero in prossimità del setto di separazione), mentre si ipotizza che lo sbarramento idraulico possa provocare



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 88 di 131	Rev. 0

un innalzamento della superficie piezometrica di circa 2 m, pertanto si può considerare H pari a 10 m.

I pozzi drenanti avranno un diametro pari a 800 mm e saranno posti ad un interasse di 40 m l'uno dall'altro, per un totale di n. 17 pozzi.

Considerando una permeabilità media dei depositi alluvionali pari a circa 5×10^{-6} m/s si ottiene un raggio di influenza L pari a circa 7 m, mentre la portata di emungimento del singolo pozzo risulta pari a 0,53 m³/h.

All'interno di ogni singolo pozzo verrà installata una elettropompa sommersa centrifuga pluristadio con la funzione di controllo del livello piezometrico.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 89 di 131	Rev. 0

11 VERIFICHE DI STABILITÀ LOCALE PER LE TIPOLOGIE “A” E “D”



11.1 Analisi di stabilità locale per la tipologia “D”

La Tabella 4 riporta i valori dei parametri geometrici e dei pesi in gioco per la tipologia esaminata.

Tabella 4 – Tipologia “D”, caratteristiche geometriche e pesi in gioco

Dati geometrici			
Altezza taglione monte	Hsm	1.00	m
Altezza ciabatta	Hc	0.50	m
Altezza taglione di valle	Hsv	1.50	m
Altezza paramento	Hp	3.25	m
Franco in sommità	F	0.50	m
Altezza terreno inscatolato	Hi	2.75	m
Larghezza taglione monte	Bsm	0.50	m
Larghezza taglione valle	Bsv	0.50	m
Larghezza tratto interp. tra i setti	Bi	3.00	m
Larghezza totale ciabatta	B	4.00	m
Larghezza sommità paramento	Bsup	0.3375	m
Pendenza del paramento di valle	p	5.0	%
Larghezza base porz. rett. del paramento	Bpr	0.3375	m
Larghezza base porz. triang. paramento	Bpt	0.1625	m
Largh. tot. sezione di base del paramento	Binf	0.50	m
Larghezza tratto ciabatta con terreno inscatolato	Binsc	3.50	m
Larghezza tratto ciabatta valle	Bcvalle	0.00	m

Aree e pesi			
1	Area cls porz. rett. paramento	A1	1.0969 m ²
2	Area cls porz. triang. paramento	A2	0.2641 m ²
3	Area cls ciabatta	A3	2.0000 m ²
4	Area cls taglione monte	A4	0.5000 m ²
5	Area cls taglione valle	A5	0.7500 m ²
6	Area terreno inscatolato	A6	9.6250 m ²
7	Area terreno intercluso tra i setti	A7	4.5000 m ²
1	Peso cls porz. rett. paramento	P1	27.42 kN/m
2	Peso cls porz. triang. paramento	P2	6.60 kN/m
3	Peso cls ciabatta	P3	50.00 kN/m
4	Peso cls taglione monte	P4	12.50 kN/m
5	Peso cls taglione valle	P5	18.75 kN/m
6	Peso terreno inscatolato	P6	177.10 kN/m
7	Peso terreno intercluso tra i setti	P7	82.80 kN/m



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 90 di 131	Rev. 0

11.1.1 Verifica allo scorrimento

La Tabella 5 riporta i risultati della verifica di scorrimento.

Tabella 5 – Verifica a scorrimento

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO				
Forze destabilizzanti				Intensità
				kN/m
Spinta a tergo del muro (compon. orizzontale)		Sh	153.61	
Inerzia	1		2.40	
Inerzia	2		0.58	
Inerzia	3		4.38	
Inerzia	4		1.09	
Inerzia	5		1.64	
Inerzia	6		15.50	
Inerzia	7		7.25	
			186.44	Forza destabilizzante
Forze stabilizzanti (sisma verticale verso l'alto)				Intensità
				kN/m
Spinta a tergo del muro (comp. verticale= $Sh \cdot \tan \phi'$)		Sv	56.00	
Peso-inerzia	1		26.22	
Peso-inerzia	2		6.31	
Peso-inerzia	3		47.81	
Peso-inerzia	4		11.95	
Peso-inerzia	5		17.93	
Peso-inerzia	6		169.35	
Peso-inerzia	7		79.18	
spinta passiva del taglione di monte			48.49	
			414.76	Peso del complesso
Angolo di attrito fondaz.-terreno (terreno-terreno)		ψ	28.00	°
			0.49	rad
		$\tan \psi_k$	0.5317	
		$\tan \psi_d$	0.4254	($\gamma_m=1.25$)
<i>Sisma verticale verso l'alto</i>				
Forza destabilizzante	Fdd	186.44	kNm/m	
Forza stabilizzante	Fsd	224.92	kNm/m	Fsd/Fdd 1.21

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 91 di 131	Rev. 0

11.1.2 Verifica al ribaltamento

La Tabella 6 riporta i risultati della verifica di ribaltamento.

Tabella 6 – Verifica a ribaltamento

VERIFICA AL RIBALTAMENTO					
Forze destabilizzanti			Intensità	braccio	Momento ribaltante
			kN/m	m	kNm/m
Spinta a tergo del muro (compon. orizzontale)	Sh		153.61	2.36	362.52
Inerzia	1		2.40	3.63	8.70
Inerzia	2		0.58	3.08	1.78
Inerzia	3		4.38	1.75	7.66
Inerzia	4		1.09	1.00	1.09
Inerzia	5		1.64	0.75	1.23
Inerzia	6		15.50	3.38	52.30
Inerzia	7		7.25	1.00	7.25
			186.44		442.52
Forze stabilizzanti (sisma verticale verso l'alto)			Intensità	braccio	Momento stabilizzante
			kN/m	m	kNm/m
Spinta a tergo del muro (comp. vertic.=Shxtgφ')	Sv		56.00	4.00	224.00
Peso-inerzia	1		26.22	0.33	8.69
Peso-inerzia	2		6.31	0.11	0.68
Peso-inerzia	3		47.81	2.00	95.63
Peso-inerzia	4		11.95	3.75	44.82
Peso-inerzia	5		17.93	0.25	4.48
Peso-inerzia	6		169.35	2.25	381.04
Spinta pass. del taglione di monte			48.49	0.91	44.13
					803.47
<i>Sisma verticale verso l'alto</i>					
Momento destabilizzante	Mrd	442.52	kNm/m		
Momento stabilizzante	Msd	803.47	kNm/m		
	Msd/Mrd		1.82		

11.1.3 Verifica di schiacciamento



Il valore della pressione ultima di contatto fondazione-terreno risulta:

$$q_{ult} = 843,70 \text{ kPa}$$

(approfondimento dalla fondazione assunto pari a 0.00m da p.c.)

Nel calcolo della q_{lim} si è tenuto conto del contributo fornito dalla coesione drenata dei terreni trattati con jet grouting assunta pari a:

$$c'_k = 500 \text{ kPa}$$

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 92 di 131	Rev. 0

$$c'_d = c'_k / 1,25 = 400 \text{ kPa}$$

considerando che il terreno trattato con jet grouting è presente in un tratto pari a circa 1/10 dell'intero sviluppo della superficie di scorrimento caratterizzante il meccanismo di rottura ipotizzato (meccanismo alla Terzaghi: cuneo di terreno elastico sottofondazione+zona di transizione delimitata da spirale logaritmica+porzione di terreno in equilibrio limite passivo), nei calcoli si è assunto il seguente valore medio di progetto della coesione:

$$c'_d = 40 \text{ kPa}$$

La Tabella 7 riporta i risultati della verifica di schiacciamento.

Tabella 7 – Verifica a schiacciamento

VERIFICA A SCHIACCIAMENTO			
Momento destabilizzante	Mdest	442.52	kNm/m
Momento stabilizzante	Mstab	803.47	kNm/m
	N	414.76	kN/m
braccio di N	u	0.87	m
eccentricità	e	1.13	m
	B/6	0.67	m
parzializzata			
Area sezione	A	4.00	m ²
Momento di inerzia	I	5.33	m ⁴
Modulo di resistenza	W	2.67	m ³
Massima pressione	σ_{max}	317.73	kPa
Pressione ultima	qlim	843.70	kPa
	qlim/ σ_{max}	2.66	

11.2 Analisi di stabilità locale per la tipologia "A"

La Tabella 8 riporta i valori dei parametri geometrici e dei pesi in gioco per la tipologia esaminata.



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 93 di 131	Rev. 0

Tabella 8 – Tipologia “A”, caratteristiche geometriche e pesi in gioco

Dati geometrici			
Altezza taglione monte	Hsm	1.00	m
Altezza ciabatta	Hc	1.00	m
Altezza taglione di valle	Hsv	1.00	m
Altezza paramento	Hp	5.50	m
Franco in sommità	F	0.50	m
Altezza terreno inscatolato	Hi	5.00	m
Larghezza taglione monte	Bsm	0.60	m
Larghezza taglione valle	Bsv	0.60	m
Larghezza tratto interp. tra i setti	Bi	1.80	m
Larghezza totale ciabatta	B	3.00	m
Larghezza sommità paramento	Bsup	0.3750	m
Pendenza del paramento di valle	p	5.0	%
Larghezza base porz. rett. del paramento	Bpr	0.3750	m
Larghezza base porz. triang. paramento	Bpt	0.2750	m
Largh. tot. sezione di base del paramento	Binf	0.65	m
Larghezza tratto ciabatta con terreno inscatolato	Binsc	1.225	m
Larghezza tratto ciabatta valle	Bcvalle	1.125	m
Sovraccarico	q	0.00	kPa

Aree e pesi			
1	Area cls porz. rett. paramento	A1	2.0625 m ²
2	Area cls porz. triang. paramento	A2	0.7563 m ²
3	Area cls ciabatta	A3	3.0000 m ²
4	Area cls taglione monte	A4	0.6000 m ²
5	Area cls taglione valle	A5	0.6000 m ²
6	Area terreno inscatolato	A6	6.1250 m ²
7	Area terreno intercluso tra i setti	A7	1.8000 m ²
1	Peso cls porz. rett. paramento	P1	51.56 kN/m
2	Peso cls porz. triang. paramento	P2	18.91 kN/m
3	Peso cls ciabatta	P3	75.00 kN/m
4	Peso cls taglione monte	P4	15.00 kN/m
5	Peso cls taglione valle	P5	15.00 kN/m
6	Peso terreno inscatolato	P6	112.70 kN/m
7	Peso terreno intercluso tra i setti	P7	33.12 kN/m

11.2.1 Verifica allo scorrimento

La Tabella 9 riporta i risultati della verifica di scorrimento.



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 94 di 131	Rev. 0

Tabella 9 – Verifica a scorrimento

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO				
Forze destabilizzanti				Intensità
				kN/m
Spinta a tergo del muro (componente orizzontale)			Sh	207.54
Inerzia	1			4.51
Inerzia	2			1.65
Inerzia	3			6.56
Inerzia	4			1.31
Inerzia	5			1.31
Inerzia	6			9.86
Inerzia	7			2.90
				235.65
				Forza destabilizzante
Forze stabilizzanti (sisma verticale verso l'alto)				Intensità
				kN/m
Spinta a tergo del muro [compon. verticale= $Shx((tg\phi'_k)/\gamma_m)$]			Sv	77.42
Peso-inerzia	1			49.31
Peso-inerzia	2			18.08
Peso-inerzia	3			71.72
Peso-inerzia	4			14.34
Peso-inerzia	5			14.34
Peso-inerzia	6			107.77
Peso-inerzia	7			31.67
spinta passiva taglione valle				101.00
spinta passiva del taglione di monte				27.58
				384.65
				Peso del complesso
Angolo di attrito fondaz.-terreno (terreno-terreno)			ψ	28.00 °
				0.49 rad
			$\tan \psi_k$	0.5317
			$\tan \psi_d$	0.4254 ($\gamma_m=1.25$)
<i>Sisma verticale verso l'alto</i>				
Forza destabilizzante	Fdd	235.65	kNm/m	
Forza stabilizzante	Fsd	292.20	kNm/m	Fsd/Fdd 1.24

11.2.2 Verifica al ribaltamento

La Tabella 10 riporta i risultati della verifica di ribaltamento.



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 95 di 131	Rev. 0

Tabella 10 – Verifica a ribaltamento

VERIFICA AL RIBALTAMENTO				
Forze destabilizzanti		Intensità	braccio	Momento ribaltante
		kN/m	m	kNm/m
Spinta a tergo del muro (compon. orizzontale)	Sh	207.54	3.20	664.13
Inerzia	1	4.51	4.75	21.43
Inerzia	2	1.65	3.83	6.34
Inerzia	3	6.56	1.50	9.84
Inerzia	4	1.31	0.50	0.66
Inerzia	5	1.31	0.50	0.66
Inerzia	6	9.86	4.50	44.38
Inerzia	7	2.90	0.50	1.45
		235.65		748.88
Forze stabilizzanti (sisma verticale verso l'alto)		Intensità	braccio	Momento stabilizzante
		kN/m	m	kNm/m
Spinta a tergo del muro [comp. verticale= $Shx((tg\phi'_k)/\gamma_m)$]	Sv	77.42	3.00	232.26
Peso-inerzia	1	49.31	1.59	78.27
Peso-inerzia	2	18.08	1.31	23.65
Peso-inerzia	3	71.72	1.50	107.58
Peso-inerzia	4	14.34	2.70	38.73
Peso-inerzia	5	14.34	0.30	4.30
Peso-inerzia	6	107.77	2.39	257.30
spinta passiva taglione valle		101.00	0.88	88.88
spinta passiva del taglione di monte		27.58	0.4	11.03
				842.01
<i>Sisma verticale verso l'alto</i>				
Momento destabilizzante	Mrd	748.88	kNm/m	
Momento stabilizzante	Msd	842.01	kNm/m	Msd/Mrd 1.12

11.2.3 Verifica di schiacciamento

Il valore della pressione ultima di contatto fondazione-terreno risulta:



$$q_{ult} = 1155,80 \text{ kPa}$$

(approfondimento dalla fondazione assunto pari a 2.00m da pc)

Nel calcolo della q_{lim} si è tenuto conto del contributo fornito dalla coesione drenata dei terreni trattati con jet grouting assunta pari a:

$$c'_k = 500 \text{ kPa}$$

$$c'_d = c'_k / 1,25 = 400 \text{ kPa}$$

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 96 di 131	Rev. 0



Considerando che il terreno trattato con jet grouting è presente in un tratto pari a circa 1/10 dell'intero sviluppo della superficie di scorrimento caratterizzante il meccanismo di rottura ipotizzato (meccanismo alla Terzaghi: cuneo di terreno elastico sottofondazione+zona di transizione delimitata da spirale logaritmica+porzione di terreno in equilibrio limite passivo), nei calcoli si è assunto il seguente valore medio di progetto della coesione:

$$c'_d = 40 \text{ kPa}$$

La Tabella 11 riporta i risultati della verifica di schiacciamento.

Tabella 11 – Verifica a schiacciamento

VERIFICA A SCHIACCIAMENTO			
Momento destabilizzante	Mdest	748.88	kNm/m
Momento stabilizzante	Mstab	842.01	kNm/m
	N	384.65	kN/m
braccio di N	u	0.2421	m
eccentricità	e	1.26	m
	B/6	0.50	m
	<i>parzializzata</i>		
Area sezione	A	3.00	m ²
Momento di inerzia	I	2.25	m ⁴
Modulo di resistenza	W	1.50	m ³
Massima pressione di compressione	σ_{max}	1059.17	kPa
Pressione ultima	qlim	1155.80	kPa
	qlim/ σ_{max}	1.09	

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 97 di 131	Rev. 0

12 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE DELL'INSIEME MURO-TERRENO PER TUTTE LE TIPOLOGIE STRUTTURALI

12.1 Premessa

Come descritto nella "Relazione di calcolo delle strutture: parte generale", per le sezioni significative adottate nei calcoli, sono state eseguite le verifiche di stabilità globale dell'insieme muro-terreno allo stato limite ultimo. In particolare per quelle sezioni, distinte per le varie tipologie strutturali di progetto, che per condizioni stratigrafiche e geometrico-strutturali risultano più gravose ai fini della verifica globale agli SLU.

Tali verifiche consistono in:

- Verifica di stabilità globale del sistema muro terreno allo *stato limite ultimo* per la combinazione di carico più sfavorevole al fine di tale verifica [combinazione (A2+M2)_S di cui alla "Relazione di calcolo delle strutture: parte generale"]. La condizione di carico SLU (A2+M2)_S è risultata palesemente la più critica in quanto presenta compresenza di sisma, carico variabile e riduzione dei parametri di resistenza dei terreni coinvolti.

12.2 Criteri di verifica

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con l'ausilio della modellazione agli elementi finiti eseguita per lo studio dell'opera in oggetto.

Il codice di calcolo PLAXIS permette l'esecuzione di analisi di stabilità, sempre in ambiente F.E.M., adottando la metodologia ϵ -c reduction.



Il processo computazionale, riducendo progressivamente (incremental multipliers di 0.1) i parametri di resistenza meccanica al taglio ϕ (angolo d'attrito interno) e c (coesione), è in grado di fornire un fattore di sicurezza definito come rapporto tra parametri di resistenza iniziali e parametri di resistenza ridotti nel momento del collasso del sistema:

$$FS = \sum Msf = \frac{\tan \Phi_{input}}{\tan \Phi_{failure}} = \frac{C'_{input}}{C'_{failure}}$$

L'analisi agli elementi finiti nella verifica di stabilità globale permette di tener conto anche delle deformazioni e delle tensioni indotte nel sistema struttura-terreno dai pesi propri e dei carichi esterni, delle condizioni nelle combinazioni di carico esaminate, al contrario dei metodi basati sull'equilibrio limite: i quali appunto utilizzano mere equazioni di equilibrio statico.

12.3 Risultati delle analisi

Le analisi di stabilità, condotte per le Sezioni significative e per le condizioni di carico maggiormente critiche di cui sopra, hanno individuato i coefficienti di sicurezza sintetizzati in Tabella 12 seguente. Il D.M. 14 Settembre 2005 "Norme tecniche per le



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 98 di 131	Rev. 0

costruzioni“ [7.2.5.1] prescrive un coefficiente di sicurezza maggiore o uguale a 1, in quanto il valore di progetto dell'azione dovrà essere inferiore o uguale al valore di progetto della resistenza del terreno $E_d \leq R_d$.

Tabella 12 – Verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno

ANALISI DI STABILITA' GLOBALE – Coefficienti di sicurezza	
Sezioni di analisi	Condizione di carico SLU (A2+M2) _S
Sa2	1,29
Sb3	2,32
Sc3	1,87
Sd1	1,21

Le rappresentazioni delle superfici di scorrimento globali con coefficiente di sicurezza inferiore sono riportate nelle Figura 5, Figura 6, Figura 8, Figura 9, Figura 11, Figura 12, Figura 14, Figura 15, inoltre l'andamento asintotico dei coefficienti di sicurezza nella metodologia ϕ -c *reduction* sono riportati nelle Figura 7, Figura 10, Figura 13, Figura 16.



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 99 di 131	Rev. 0

13 CONTROLLI E COLLAUDI IN CORSO D'OPERA

Tutte le attività saranno effettuate in accordo alle norme tecniche vigenti e le pratiche di esecuzione a regola d'arte nel rispetto dei documenti contrattuali. In dettaglio le principali fasi di controllo riguarderanno:

- compatibilità dei materiali speciali (miscela plastica diaframma) con le acque da contenere;
- accettazione dei materiali (rispondenza delle forniture con le caratteristiche richieste) tramite verifica dei certificati di qualificazione, prelievo di campioni ed analisi di laboratorio;
- controlli in corso d'opera dei materiali confezionati in sito (miscela plastica diaframma, conglomerato cementizio, sospensioni cementizie) tramite prelievo di campioni, prove in sito (densità, viscosità, ecc.) e di laboratorio (resistenza, permeabilità, ecc.);
- controlli finali sulle opere realizzate (prove di permeabilità sui pannelli di prova del diaframma plastico);
- controlli sulle strutture richiesti a discrezione del Direttore dei Lavori o dal Collaudatore.

Per quanto riguarda le prove di controllo sui pannelli di prova del diaframma si rimanda al par. 14.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 100 di 131	Rev. 0

14 PANNELLI DI PROVA

Al fine di verificare le caratteristiche di permeabilità dei tratti di diaframma plastico previsti dal presente progetto, dovranno prevedersi delle prove di collaudo in accordo a quanto già fatto sui diaframmi plastici eseguiti nel corso di realizzazione delle opere arginali (§ Rif./f/).

In accordo a quanto già eseguito, si prevede che le prove siano eseguite su pannelli appositamente costruiti fuori opera che potranno anche essere contigui per esigenze esecutive ma separati con setto di separazione, per consentire il getto in tempi successivi.

Tali pannelli saranno in tutto analoghi al diaframma plastico (profondità, larghezza) salvo che non vi sarà inserito il telo in HDPE, le cui caratteristiche sono note e verificate in altra sede.



Le prove a breve termine verranno eseguite a tre/quattro diversi livelli di altezza del pannello a seconda della profondità raggiunta dallo stesso, e precisamente all'interno del corpo del pannello (nel tratto al di sopra dello strato marnoso), a livello del contatto marna - diaframma (cioè nel tratto di immorsamento) e nella marna sottostante il piede del pannello.

Le prove nel corpo di ciascun pannello ed al contatto tra marna e diaframma saranno del tipo Lefranc con l'utilizzo di piezometri microfessurati e tipo BAT preinstallati prima del getto del pannello, mentre la prova nella marna sarà di tipo Lugeon e saranno eseguite dopo un tempo di maturazione della miscela del pannello di prova non inferiore a 45 gg.

È altresì prevista l'esecuzione di prove penetrometriche statiche con piezocono e di prove di dissipazione lungo le due verticali all'interno di ciascun pannello.



Maggiori dettagli sono riportati nelle specifiche tecniche dei materiali modalità di esecuzione dei lavori allegate al presente progetto.

Le prove sui pannelli prova, nella misura di uno ogni 4 pannelli realizzati, andranno ripetute dopo 90 e 180 giorni di stagionatura.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 101 di 131	Rev. 0

15 GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

Tutti i materiali di risulta dagli scavi e dalle demolizioni verranno gestiti in accordo e conformemente ai protocolli in essere con l'ufficio Commissariale

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 102 di 131	Rev. 0

16 GESTIONE DELLE ACQUE DI SCAVO

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 (indicate nelle specifiche tecniche allegate al presente progetto) per poi essere inviate alla Vasca di raccolta di stabilimento Syndial siglata A140.



Le vasche di sedimentazione sono suddivise tramite un setto in due settori, 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.

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.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 103 di 131	Rev. 0

17 MODALITÀ DI LAVORO E CRITERI DI PROTEZIONE AMBIENTALE



Nell'ambito dell'intervento in esame si prevede l'escavazione e la movimentazione di terreni puliti e 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 al relativo PSC (D.Lgs. 494/96 e successivi).

In particolare, durante i lavori verrà effettuato il monitoraggio della qualità dell'aria per il controllo dell'esposizione dei lavoratori a eventuali inquinanti atmosferici, in forma gassosa o di particolato, che dovessero essere emessi dalle attività di movimentazione di terreni, materiali e mezzi.

Di seguito si riporta invece un elenco di precauzioni e modalità operative da adottare tassativamente durante tutte le fasi dei lavori al fine di eseguire tutte le lavorazioni in sicurezza sia per gli operatori, sia per l'ambiente e la popolazione residente in zona.

- Nelle aree destinate ai lavori, al fine di evitare la formazione di polveri durante gli scavi e durante la fase di abbancamento i fronti di scavo o di abbancamento saranno costantemente mantenuti umidi mediante l'utilizzo di idonei irroratori;
- Al fine di evitare fenomeni di dispersione di terreni e materiali durante la fase di trasferimento, i mezzi di trasporto viaggeranno in piste ben definite, mantenute costantemente in perfetto stato di manutenzione e sempre umide mediante l'utilizzo di un adeguato sistema di irrorazione fisso o mobile, al fine anche di evitare il sollevamento di polveri;
- Gli autocarri, per raggiungere il punto di carico dovranno transitare solo su apposite piste predisposte per evitare che le ruote si sporchino; saranno 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.
- Tutti gli autocarri adibiti a trasporto di terreni e materiali avranno cassone chiuso, a tenuta stagna e coperto. A esclusione delle fasi di carico e di scarico il cassone dovrà restare sempre coperto sia quando è pieno sia quando è vuoto.
- I mezzi di demolizione e di scavo saranno dotati di cabina chiusa ed opereranno sempre dal piano campagna evitando di transitare sul fondo o sulle pareti dello scavo.
- All'uscita dalla zona A1 tutti i mezzi dovranno essere lavati (ruote e sottoscocca) utilizzando le due piazzole di lavaggio automatico presso la cabina C0 e in Basso Piave. All'uscita dallo stabilimento i mezzi dovranno essere lavati nella piazzola di lavaggio automatico posta in prossimità della portineria. Sarà onere dell'Appaltatore la manutenzione ed il mantenimento in esercizio delle piazzole poste in zona A1 (zona C0 e zona Basso Piave).

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 104 di 131	Rev. 0

18 MONITORAGGIO E CONTROLLI IN CORSO D'OPERA



Durante le fasi di scavo e di realizzazione del setto di separazione tra le zone A1 e A2 è prevista un'attività di controllo della qualità dell'aria.

I controlli relativi allo stato di qualità dell'aria devono essere condotti durante la fase di scavo e realizzazione del setto di separazione poiché durante queste attività sarà possibile la produzione di polveri.

Pertanto verrà effettuato un monitoraggio per l'intera durata delle attività che consentirà di determinare l'esposizione degli operatori presenti in cantiere. In particolare gli obiettivi del monitoraggio dell'aria sono:

- misura della concentrazione dei contaminanti dispersi nell'aria durante l'intera giornata lavorativa, confronto con i valori limite di soglia TLV-TWA.
- determinazione del livello di contaminazione dispersa in aria che potrebbe potenzialmente migrare dal sito verso l'ambiente circostante.

Di seguito si riportano l'elenco delle sostanze da ricercare nelle Polveri Totali Sospese (PTS).



 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 105 di 131	Rev. 0

Tab. 1/A – Elenco delle sostanze da ricercare nelle Polveri Totali Sospese (PTS)

METALLI					
1	Alluminio	6	Cromo VI	11	Piombo
2	Arsenico	7	Ferro	12	Rame totale
3	Bario	8	Manganese	13	Selenio
4	Cadmio	9	Mercurio	14	Zinco
5	Cromo totale	10	Nichel		
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI					
1	Naftalene	8	Pirene	14	Benzo(a)pirene
2	Acenaftilene	9	Benzo(a)antracene	15	Dibenz(a,h)antracene
3	Acenaftene	10	Crisene	16	Dibenzo(a,e)pirene
4	Fluorene	11	Benzo(b)fluorantene	17	Benzo(g,h,i)perilene
5	Fenantrene	12	Benzo(k)fluorantene	18	Indeno(1,2,3-c,d)pirene
6	Antracene	13	Benzo(j)fluorantene		Sommatoria policiclici aromatici
7	Fluorantene				



Tab. 1/B – Elenco delle sostanze organiche (1/4)

SOLVENTI AROMATICI					
1	Benzene	3	Etilbenzene	5	Cumene
2	Toluene	4	Xileni		Sommatoria organici aromatici
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI					
1	Cloroformio	5	1,1,2-Tricloroetano	9	1,1,2,2-Tetracloroetano
2	Diclorometano	6	Carbonio tetracloruro	10	Pentacloroetano
3	1,2-Dicloroetano	7	Tetracloroetilene	11	Esacloroetano
4	Tricloroetilene	8	1,1,1,2-Tetracloroetano	12	Esaclorobutano
COMPOSTI ALIFATICI ALOGENATI NON CANCEROGENI					
1	1,2-Dicloroetilene	4	Triclorofluorometano (Freon11)	6	Tetraclorobutadieni
2	1,1,1-Tricloroetano	5	1,1,2-Triclorotrifluoroetano (Freon113)	7	Pentaclorobutadieni
3	Esaclorobutadiene				

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 106 di 131	Rev. 0



Tab. 1/B – Elenco delle sostanze organiche (2/4)

AMMINE AROMATICHE					
1	Anilina	28	2-Cloro-5-metilnilina	55	2-Etilnilina
2	4-Nitroanilina	29	2-Cloro-6-metilnilina	56	3-Etilnilina
3	2-Anisidina	30	3-Cloro-2-metilnilina	57	4-Etilnilina
4	2-Toluidina	31	3-Cloro-4-metilnilina	58	2-Etossianilina
5	Difenilammina	32	4-Cloro-N-metilnilina	59	N-Etil-3metilnilina
6	3-Cloroanilina	33	4-Cloro-5-metilnilina	60	4-Fenilazoanilina
7	4-Cloro-2-Nitroanilina	34	2-Cloro-5-nitroanilina	61	1.2-Fenilendiammina
8	2-Cloro-4-Nitroanilina	35	4-Cloro-3-nitroanilina	62	1.3-Fenilendiammina
9	2-Naftilammina	36	5-Cloro-2-nitroanilina	63	N-Metilnilina
10	2,3-Dicloroanilina	37	N,N-Dimetilnilina	64	3-Metilnilina
11	2,6-Dicloroanilina	38	2.3-Dimetilnilina	65	N-Metil-4-nitroanilina
12	3,5-Dicloroanilina	39	2.4-Dimetilnilina	66	N-Metil-2-nitroanilina
13	3,4-Dicloroanilina	40	2.5-Dimetilnilina	67	2-Metil-3-nitroanilina
14	4-Cloroanilina	41	2.6-Dimetilnilina	68	2-Metil-4-nitroanilina
15	2-Cloroanilina	42	3.4-Dimetilnilina	69	2-Metil-5-nitroanilina
16	2,6-Dietilnilina	43	3.5-Dimetilnilina	70	2-Metil-6-nitroanilina
17	2-Nitroanilina	44	3.3'-Dimetilbenzidina	71	3-Metil-2-nitroanilina
18	3-Nitroanilina	45	2.4-Dimetossianilina	72	4-Metil-2-nitroanilina
19	2,6-Dicloro-4-Nitroanilina	46	2.5-Dimetossianilina	73	4-Metil-3-nitroanilina
20	5-Cloro-2-Toluidina	47	3.4-Dimetossianilina	74	2.4.6-Trimetilnilina
21	4-Cloro-2-Anisidina	48	3.5-Dimetossianilina	75	2.3.4-Tricloroanilina
22	4-Metossianilina	49	2.4-Dicloroanilina	76	2.4.5-Tricloroanilina
23	4-Metilnilina	50	2.5-Dicloroanilina	77	2.4.6-Tricloroanilina
24	2-Amminobifenile	51	3.3'-Dimetossibenidina	78	3.4.5-Tricloroanilina
25	4-Amminobifenile	52	3.3'-Diclorobenidina	79	1-Naftilammina
26	Benzidina	53	2.4-Dinitroanilina		Sommatoria Ammine Aromatiche
27	2-Cloro-4-metilnilina	54	N-Etilnilina		

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 107 di 131	Rev. 0



Tab. 1/B – Elenco delle sostanze organiche (3/4)

SOSTANZE NITRO-AROMATICHE					
1	Nitrobenzene	4	4-Nitroclorobenzene	7	2,5-Dicloronitrobenzene
2	1,2-Dinitrobenzene	5	3-Nitroclorobenzene	8	Pentacloronitrobenzene
3	2-Nitroclorobenzene	6	3,4-Dicloronitrobenzene		
SOSTANZE AROMATICHE CLORURATE					
1	Clorobenzene	5	1,2,3-Triclorobenzene	8	Tetraclorobenzeni
2	1,2-Diclorobenzene	6	1,2,4-Triclorobenzene	9	Pentaclorobenzene
3	1,3-Diclorobenzene	7	1,3,5-Triclorobenzene	10	Esaclorobenzene
4	1,4-Diclorobenzene				
FENOLI NON CLORURATI					
1	Fenolo	5	2,4-Dinitrofenolo	9	2,4,6-Trimetifenolo
2	4-Nitrofenolo	6	2-Nitrofenolo	10	m-amminofenolo
3	2-Metilfenolo	7	2,4-Dimetilfenolo	11	betanaftolo
4	3-Metilfenolo	8	2-Etilfenolo		
FENOLI CLORURATI					
1	2-Clorofenolo	4	4-Cloro-3-Metilfenolo	7	2,3,4,5-Tetraclorofenolo
2	3-Clorofenolo	5	2,4-Diclorofenolo	8	Pentaclorofenolo
3	4-Clorofenolo	6	2,4,6-Triclorofenolo		
COMPOSTI NAFTALENSOLFONICI, ANTRACHINONSOLFONICI E CONSIMILI					
1	Ac. Gamma	14	Ac. 1,8-antrachinondisolfonico	27	Ac. Croceico
2	Ac. Isogamma	15	Ac. 1-antrachinonsolfonico	28	Ac. m-nitrobenzensolfonico
3	Ac. Amminoisogamma	16	Ac. 2,3-BON	29	Ac. Schaeffer
4	Ac. Ammino G	17	Ac. 2,6-naftalendisolfonico	30	Ac. Stebbins
5	Ac. 2-NH2-8-naftalensolfonico	18	Ac. 2,7-antrachinondisolfonico	31	Acido G
6	Ac. Tobias	19	Ac. 2,7-naftalendisolfonico	32	Acido R
7	Ac. Solfanilico	20	Ac. 2-antrachinonsolfonico	33	Alfa Sale
8	Ac. Metanilico	21	Ac. 2-OH-1,5-naftalendisolfonico	34	Beta Sale
9	Ac. Ortanilico	22	Ac. 2-OH-1,6-naftalendisolfonico	35	Ac. 1,6-antrachinondisolfonico
10	Ac. 1,5-antrachinondisolfonico	23	Ac. 2-OH-3,6,8-naftalendisolfonico	36	Ac. 2-OH-4-naftalensolfonico
11	Ac. 1,5-naftalendisolfonico	25	Ac. 2-OH-5-naftalensolfonico		
13	Ac. 1,6-naftalendisolfonico	26	Ac. 2-OH-7-naftalensolfonico		

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 108 di 131	Rev. 0

Tab. 1/B – Elenco delle sostanze organiche (4/4)

SOSTANZE AGGIUNTIVE					
1	1-metil-naftalene e 2-metil-naftalene	13	Cloronitrotolueni; 2-cloro-4-nitrotoluene	25	dinitronaftaleni (singolo)
2	1,2- Dimetilnaftalene	14	Altri cloronitrotolueni (singolo)	26	Dinitronaftaleni (cumulativo)
3	2,6- Dimetilnaftalene; 2,3- Dimetilnaftalene; 1,8- Dimetilnaftalene; 1,3- Dimetilnaftalene; 1,4- Dimetilnaftalene; 2,3,5-trimetilnaftalene; 1,1-Binaftalene	15	Altri cloronitrotolueni (cumulativi)	27	Trinitronaftaleni (singolo)
4	Bifenile	16	Altri dinitrotolueni (singolo)	28	Trinitronaftaleni (cumulativo)
5	2,4-dinitrotoluene	17	Altri dinitrotolueni (cumulativo)	29	Binaftoli (singolo)
6	4-nitrotoluene	18	Benzo antracene (somma isomeri)	30	Binaftoli (cumulativo)
7	2,4,6-Trinitrotoluene	19	1,2,3,4-tetraclorobenzene	31	Naftil-naftoli (singolo)
8	2,3-dicloro-nitrobenzene	20	dicloro-diazobenzene	32	Naftil-naftoli (cumulativo)
9	α -naftolo	21	Metilfenantreni+metilantraceni (singolo)	33	Naftalenilbenzotiofeni+benzonaf tiofeni (singolo)
10	Antrachinone	22	Metilfenantreni+metilantraceni (cumulativo)	34	Naftalenilbenzotiofeni+benzonaf tiofeni (cumulativo)
11	α -amminoantrachinone	23	Nitronaftaleni (singolo)		
12	Difeniletere	24	Nitronaftaleni (cumulativo)		

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 109 di 131	Rev. 0

19 CRONOGRAMMA DELLE ATTIVITA', TEMPI DI ESECUZIONE, INTERFERENZE CON ALTRE ATTIVITÀ LEGATE ALLA MESSA IN SICUREZZA DEL SITO

19.1 Cronogramma delle attività e durata dei lavori

In Figura 17 viene mostrato il diagramma di GANTT relativo alle principali attività necessarie alla realizzazione delle opere previste nel presente progetto. La dettagliata descrizione delle fasi esecutive previste è stata data nei capitoli precedenti mentre per il dettaglio delle caratteristiche dei materiali, controlli da eseguire e le prescrizioni relative alle singole lavorazioni si rimanda alle specifiche tecniche di progetto.

Si prevede che i lavori abbiano inizio il 01 novembre 2006 e che abbiano una durata complessiva di 14 mesi con fine lavori fissata per il 31 dicembre 2007, comprendendo: il tempo necessario per, per l'allestimento del cantiere, per le rimozioni delle reti e delle strutture interrato interferenti, per la realizzazione delle piste di servizio, per la realizzazione delle opere, dei tempi di maturazione dei getti in c.a., dei tempi di maturazione delle miscele plastiche e per le finiture finali ed escluso il solo smobilizzo cantiere.



Per quanto riguarda le prove preliminari di qualifica dei materiali esse dovranno iniziare non appena si sarà reso disponibile il contratto di Appalto e di conseguenza l'inizio indicato in cronogramma è da ritenersi indicativo.

La durata complessiva delle attività è stata determinata componendo le durate delle singole lavorazioni derivanti dalle produzioni tipiche ottenibili con le macchine in commercio, le interferenze con altre attività di stabilimento o esterne, la possibilità di periodi con condizioni climatiche sfavorevoli.

Il cronogramma è stato coordinato con le altre attività di risanamento contemporaneamente in corso nel sito (§ bonifica di Pian Rocchetta, demolizione fabbricati, smaltimento bacini Sali sodici, attività di bonifica in Zona A2) in quanto il traffico dei mezzi ed i tragitti a disposizione possono sovrapporsi temporalmente e puntualmente interferire con le attività indicate nel presente progetto.

Le principali attività previste sono di seguito elencate.

1. Allestimento cantiere, prove qualificazione dei materiali, recinzioni.
2. Demolizioni, scavo di bonifica per rimozioni delle reti e delle strutture interrato interferenti con diaframmi e pali.
3. Preparazione delle piste di cantiere.
4. Esecuzione della palificata.
5. Esecuzione consolidamenti in jet grouting.
6. Esecuzione dei diaframmi strutturali.
7. Esecuzione diaframma plastico e pannelli prova.
8. Esecuzione opere in fondazione ed in elevazione.
9. Esecuzione pozzi, finiture finali e smantellamento del cantiere.
10. Smobilizzo cantiere (da ultimarsi nel 16-esimo mese).

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 110 di 131	Rev. 0

Inoltre, come già detto in precedenza, si segnala che alcune attività di competenza della Committente dovranno essere svolte nel corso dei lavori del presente progetto alla fine dell'attività di svuotamento dei bacini ancora presenti in zona A1 (es. rimozione dell'impianto IESS e delle reti elettromeccaniche che lo alimentano) oppure perché legate al mantenimento in esercizio dell'intero stabilimento (collegamenti elettrici cabina C0 e C5, reti fognarie BTS, MTS in zona V1).

Pertanto per tali ragioni si prevede che nel tratto compreso tra la progressiva V1 + 50 m circa e V2 si possa operare a partire dal 01 marzo 2007, mentre nel tratto compreso tra il vertice V2 e V4 si possa operare all'incirca a partire dal 01 gennaio 2007. In alcuni porzioni del tratto V2-V3 è possibile operare da subito.

Appaltatore e Committente dovranno coordinarsi e congiuntamente programmare le attività per lo spostamento dei due sistemi di linee elettriche principali, in quanto in questo caso le attività di competenza dell'Appaltatore dovranno prima precedere e poi seguire quelle a cura della Committente, poiché si renderanno necessari delle fermate programmate dell'intero stabilimento.

Nel tratto V4-V11 si potrà operare da subito con le attività previste nel presente progetto.



In sede di offerta l'Appaltatore dovrà fornire un programma lavori dettagliato e impegnativo nell'eventualità gli venga assegnata l'esecuzione delle opere.

19.2 Interferenze con altre attività legate alla messa in sicurezza del sito

Nel corso dei lavori per la realizzazione delle opere indicate nel presente progetto, nell'area dello stabilimento Syndial avranno luogo altre attività legate alla dismissione dello stabilimento ed alla messa in sicurezza del sito (demolizione di fabbricati, smantellamento di impianti, deviazioni di reti interrato ed aeree, svuotamento dei bacini dei sali sodici, asportazione di terreni contaminati con la relativa caratterizzazione/movimentazione, bonifica dell'area Pian Rocchetta con trasferimento dei terreni contaminati/rifiuti in area bacini all'interno della zona A1, bonifica in zona A2).

Per quanto riguarda le attività legate alla costruzione del setto di separazione tra zona A1 e zona A2, le interferenze cardine in grado di dettarne i tempi di realizzazione o condizionarne lo svolgimento e legate alla demolizione dei fabbricati, smantellamento impianti o depositi tuttora presenti lungo la fascia necessaria all'esecuzione dei lavori, alla deviazione delle reti interrato/aeree di competenza della Committente saranno risolte propedeuticamente ai lavori. Ad esclusione di alcune attività particolari indicate in precedenza, che dovranno essere programmate di concerto tra Committente ed Appaltatore.

Si evidenzia che ulteriori interferenze puntuali con la fascia riservata ai lavori derivano dalla necessità di consentire il transito dei mezzi tra la zona A1 e zona A2, in corrispondenza della intersezioni con la viabilità principale dello stabilimento, per permettere il conferimento dei materiali risultati contaminati dalle caratterizzazioni nell'area bacini. Prima di poter operare in questi tratti l'Appaltatore dovrà organizzare

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 111 di 131	Rev. 0

lo svolgimento delle attività mantenendo la possibilità di transito almeno a senso alternato in tali punti di intersezione con la fascia riservata ai lavori.

19.3 Aree di cantiere e viabilità

La Committente metterà a disposizione le aree di cantiere indicate in Tavola 46 e la messa a disposizione presso le stesse della forza elettromotrice e della rete idrica per l'alimentazione del cantiere.

In particolare si sono individuate le seguenti aree di cantiere:

- area (3400 m² circa) logistica di cantiere in Zona Basso Piave, in prossimità dei vertici V6 e V7 dell'opera;
- area (1100 m² circa) logistica di cantiere in area ex-fabbricato 79, prossimità dei vertici V1 e V2 dell'opera;
- area (2700 m² circa) per il deposito dei materiali necessari per la formazione della miscela plastica del setto impermeabile e per il relativo impianto di miscelazione; in area ex-fabbricato 50, prossimità vertici V3 e V4.

Inoltre lungo tutto il tracciato dell'opera verrà perimetrata, tramite la recinzione di cantiere, una fascia per l'operatività dei mezzi di cantiere, di larghezza 24,0 m circa, posta a cavallo dell'asse del diaframma plastico.

Sul lato Zona A2 la recinzione sarà ubicata in prossimità del ciglio dello scavo di bonifica e del filo esterno degli scavi per la realizzazione dell'opera stessa mentre lato Zona A1 sarà ubicata ad una larghezza di circa 15,0 da filo esterno dell'ingombro complessivo delle diverse tipologia di opera.

Lungo il filo esterno della recinzione lato Zona A1 corre la pista di servizio destinata al passaggio dei mezzi per il trasporto materiali dedicati al cantiere stesso.



Nel solo tratto in prossimità delle vasche 148 A/B, in mancanza dei necessari spazi di ingombro, la fascia operativa di cantiere sarà ubicata lato Zona A2; ad essa si accederà tramite apposita pista di servizio che correrà parallela all'area del fabbricato 71.

Per quanto riguarda la posizione della recinzione di cantiere nel tratto compreso tra i vertici V7 e V11 in adiacenza alla linea ferroviaria Torino-Savona, così come indicato nella Tavola 46, l'ubicazione della recinzione di cantiere dovrà rispettare quanto indicato all'art. 52 del D.P.R. n. 753 del 11/07/80 (Rif. /6/); agli artt. 53 e 56 dello stesso D.P.R. ci si dovrà attenere per quanto riguarda, rispettivamente, i lavori di escavazione della trincea drenante e di riporto per la realizzazione della pista di cantiere.

Lungo la fascia di cantiere sono previsti dei punti di accesso, delimitati da cancelli, per l'ingresso delle macchine operatrici e mezzi trasporto materiali provenienti dalla viabilità interna o dedicata.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere all'illuminazione dell'area di cantiere, delle aree di lavoro e delle piste di servizio qualora necessario. Analogamente restano a carico dell'Appaltatore la realizzazione degli ulteriori allacci alle utenze idrica ed elettrica lungo l'area di cantiere o in alternative di provvedere alle proprie necessità con gruppi elettrogeni dedicati o autobotti.

Inoltre a carico dell'Appaltatore è l'onere di provvedere alla manutenzione delle piste di cantiere e di tenere innaffiate piazzale e le piste onde limitare l'elevazione di polveri;

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 112 di 131	Rev. 0

tale operazione sarà ripetuta ogni qualvolta si evidenzia presenza di polvere, per tutta la durata del cantiere.

I mezzi in uscita dal cantiere e dalla Zona A1 dovranno provvedere al lavaggio delle ruote e sottoscocca presso le apposite piazzole di lavaggio ubicate presso la cabina C0 e il deposito Basso Piave a cui accederanno percorrendo la viabilità interna di Stabilimento, indicata Tavola 49, e secondo i sensi di percorrenza evidenziati.

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.

In particolare la fascia operativa di cantiere sarà intersecata in alcuni punti dalla viabilità interna (§ Tavola 46):



- in corrispondenza del vertice V6, per accesso alla zona ITAR;
- in corrispondenza del fabbricato 71 e del fabbricato 80 (Cabina C0), per l'accesso alla Zona A1 ai fini del deposito materiali provenienti dalle altre attività di risanamento del sito contemporanee all'esecuzione dei lavori in oggetto.

In Tavola 49 sono inoltre indicate le piazzole di caratterizzazione a cui l'Appaltatore dovrà trasportare i materiali provenienti dagli scavi e qui gestiti secondo i protocolli in essere.

In particolare le aree destinate a tale scopo ed indicate in Tavola 46 risultano essere:

- piazzola Resol e piazzola 139 in Zona A1;
- piazzola MAF e piazzola 101 in Zona A.



La Committente si occuperà della rimozione dei cumuli da 300 m³ di terreni caratterizzati nelle piazzole indicate dopo che in base alle risultanze delle analisi sarà stabilita la loro destinazione finale.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 113 di 131	Rev. 0



20 MISURAZIONI

Le quantità delle opere e degli scavi non saranno quelle rilevate in opera ma quelle derivanti dal prodotto delle larghezze di progetto per sviluppo e profondità eseguite (per le armature delle opere in c.a., le quantità indicate nel progetto costruttivo).

Gli approfondimenti e/o le maggiori quantità che si renderanno necessarie in corso d'opera verranno autorizzati preventivamente dalla Committente.

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 114 di 131	Rev. 0

21 **FIGURE**

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 115 di 131	Rev. 0

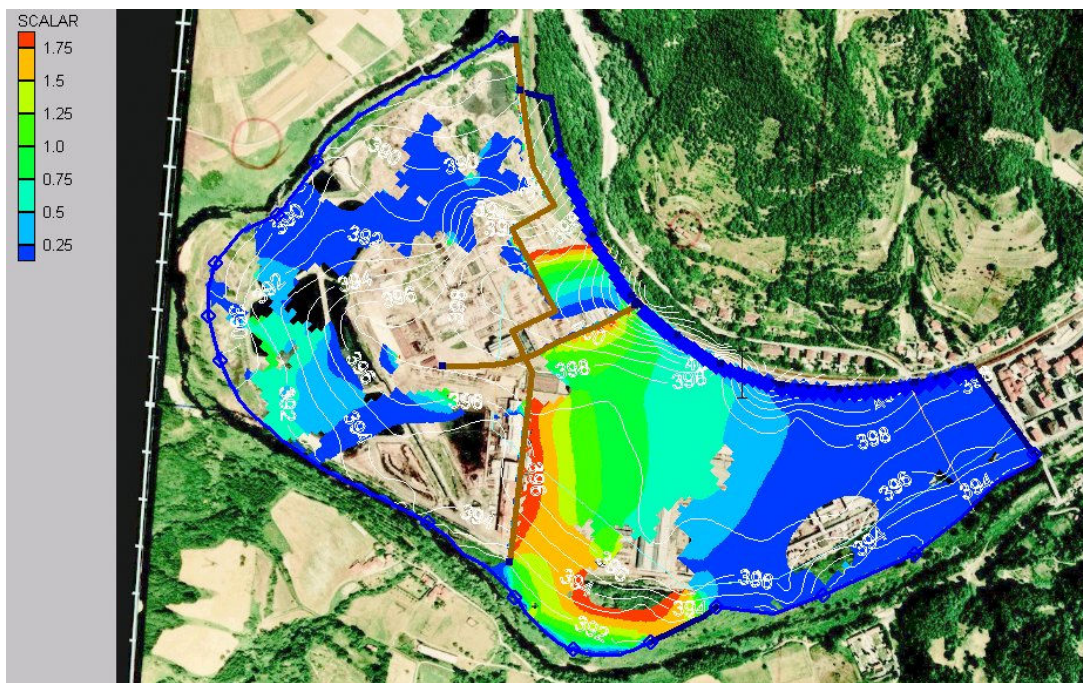




Figura 1: Simulazione di flusso delle acque sotterranee: differenze piezometriche indotte dalla costruzione del setto impermeabile

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 116 di 131	Rev. 0

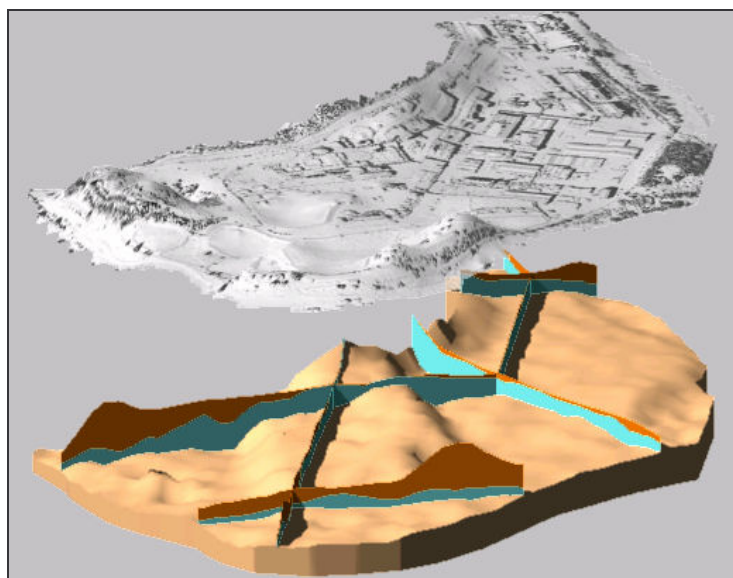




Figura 2: Andamento del basamento impermeabile dall'alto morfologico verso NNO in una vista da SSO (tratto da *BASI, 2002*)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 117 di 131	Rev. 0

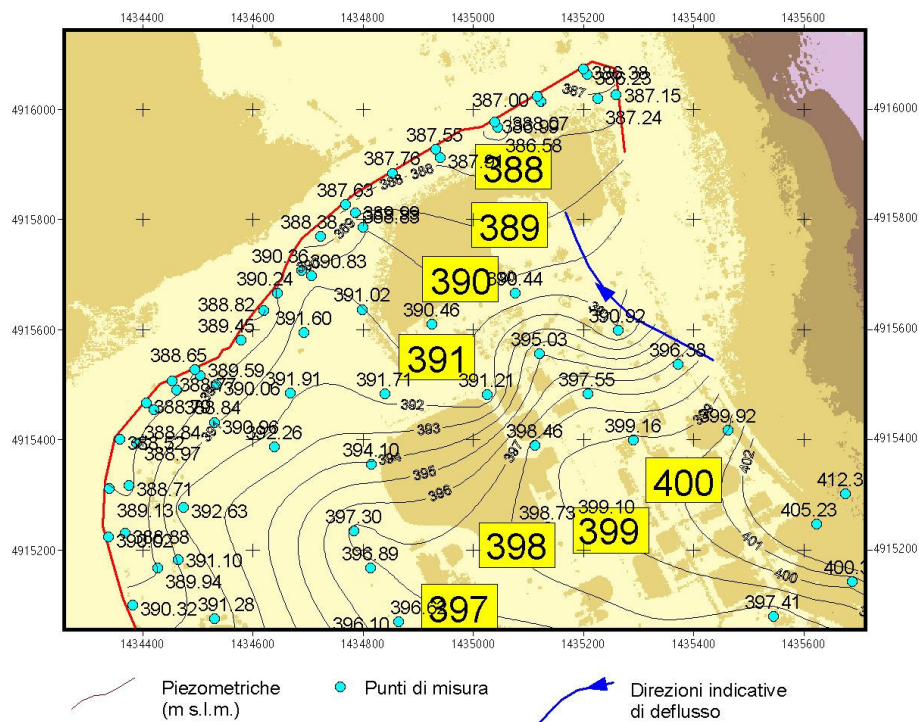




Figura 3: Settore N: piezometria del Gennaio 2001 (da BASI, 2002)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 118 di 131	Rev. 0

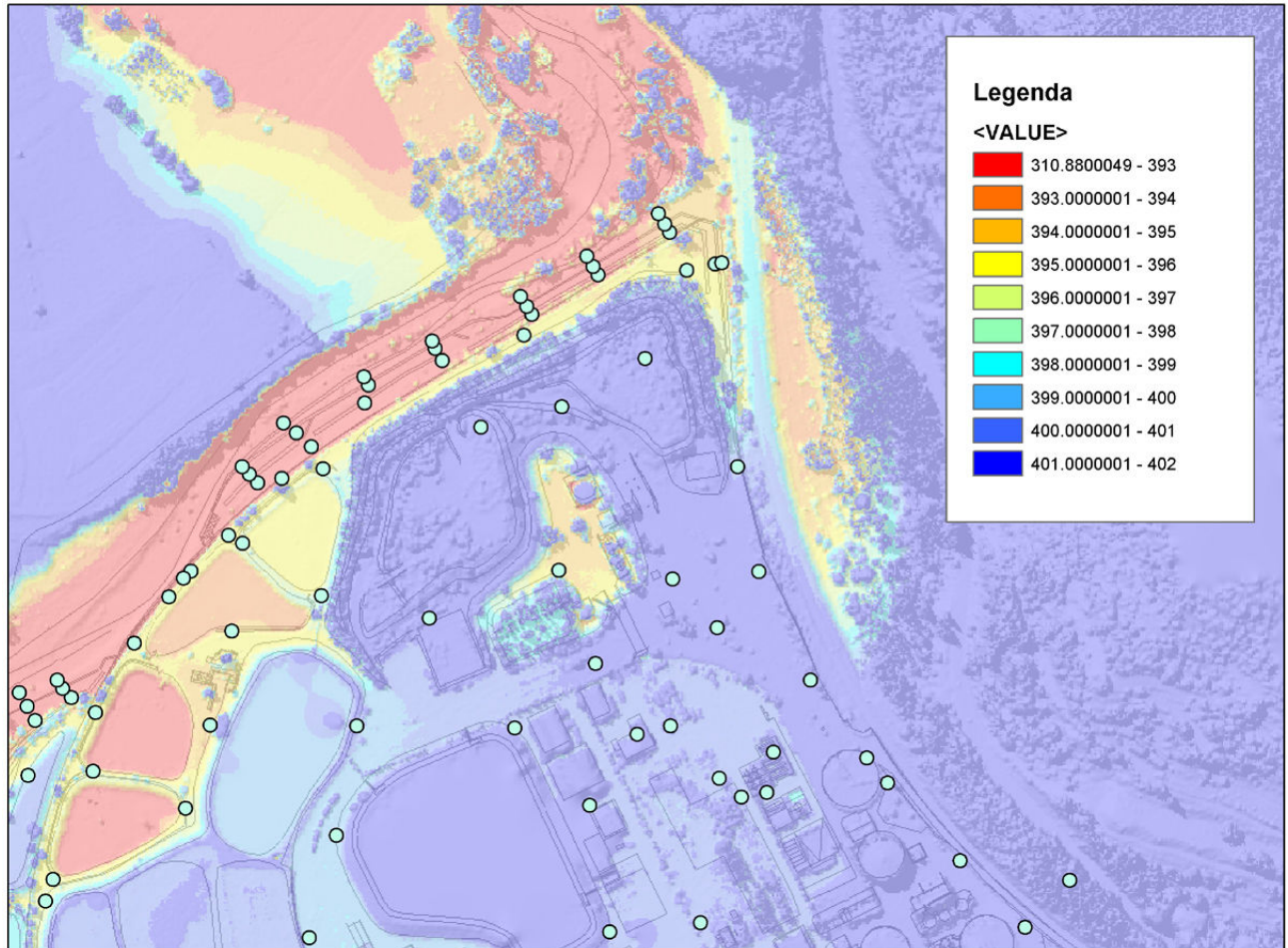


Figura 4: Andamento schematico del modello digitale del terreno quale risultante dal rilievo CASI/ALTM

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 119 di 131	Rev. 0

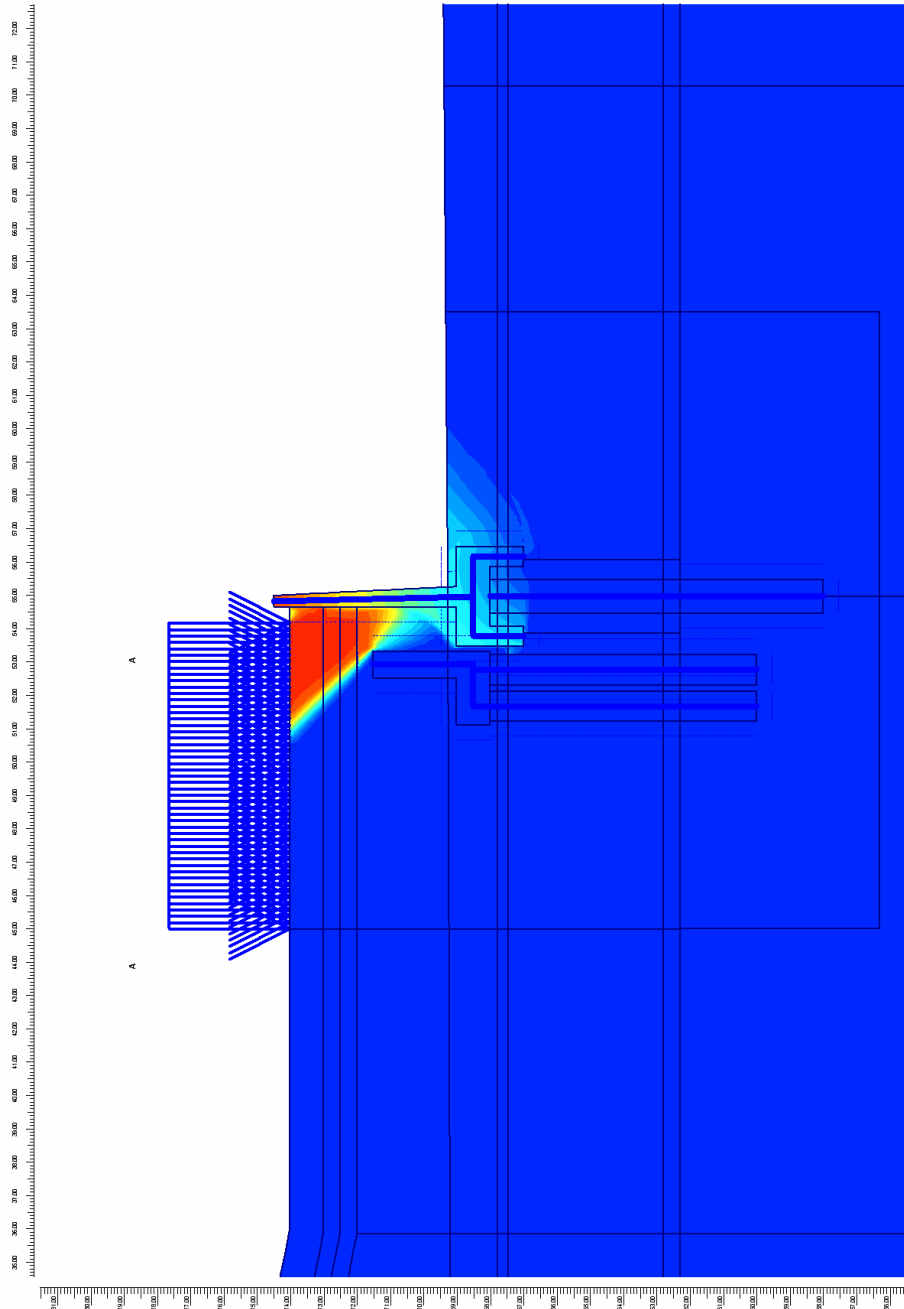


Figura 5: TIPOLOGIA A, SEZIONE 2 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, (gradazione di colore)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 120 di 131	Rev. 0

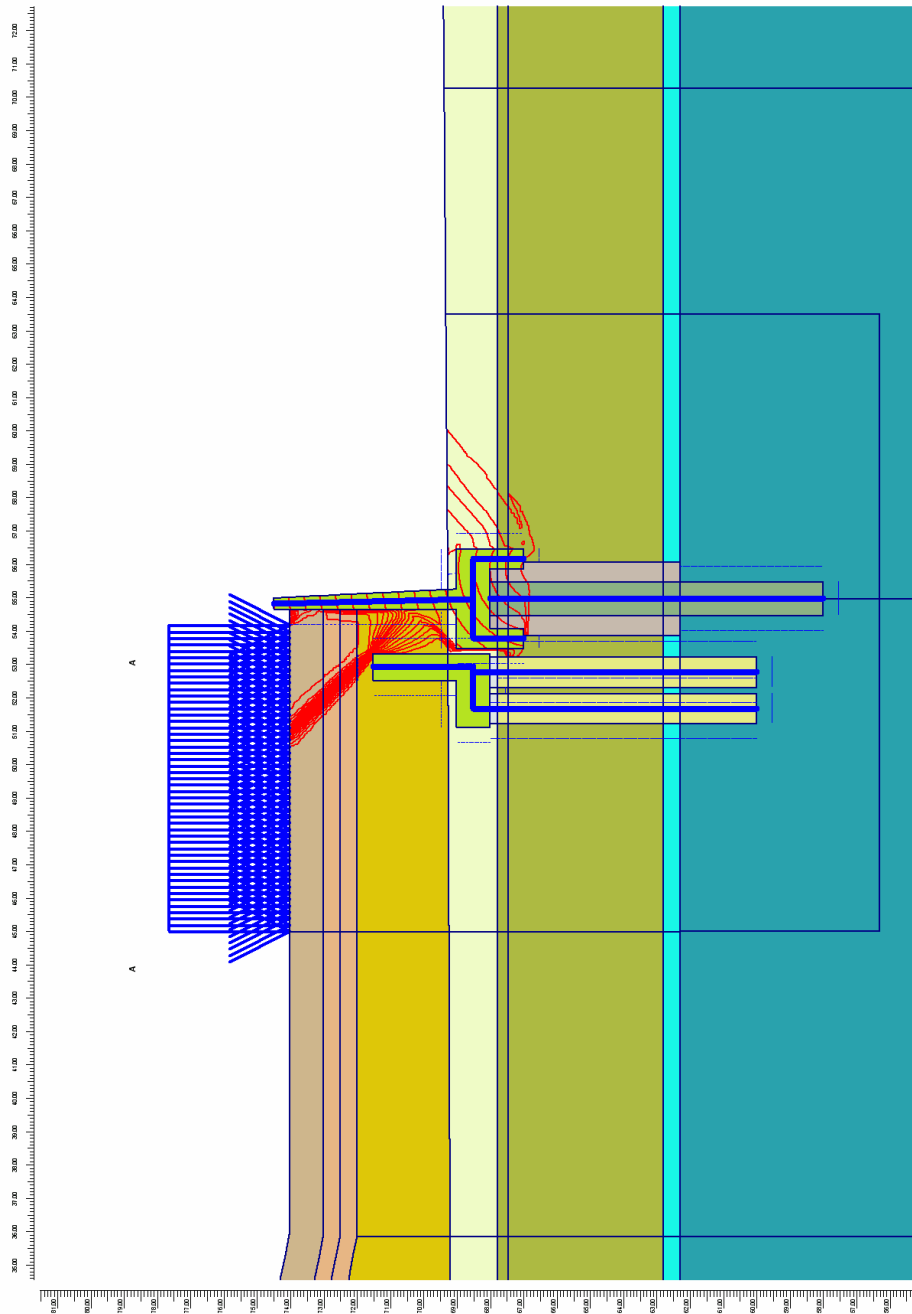




Figura 6: TIPOLOGIA A, SEZIONE 2 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, (isolinee)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 121 di 131	Rev. 0

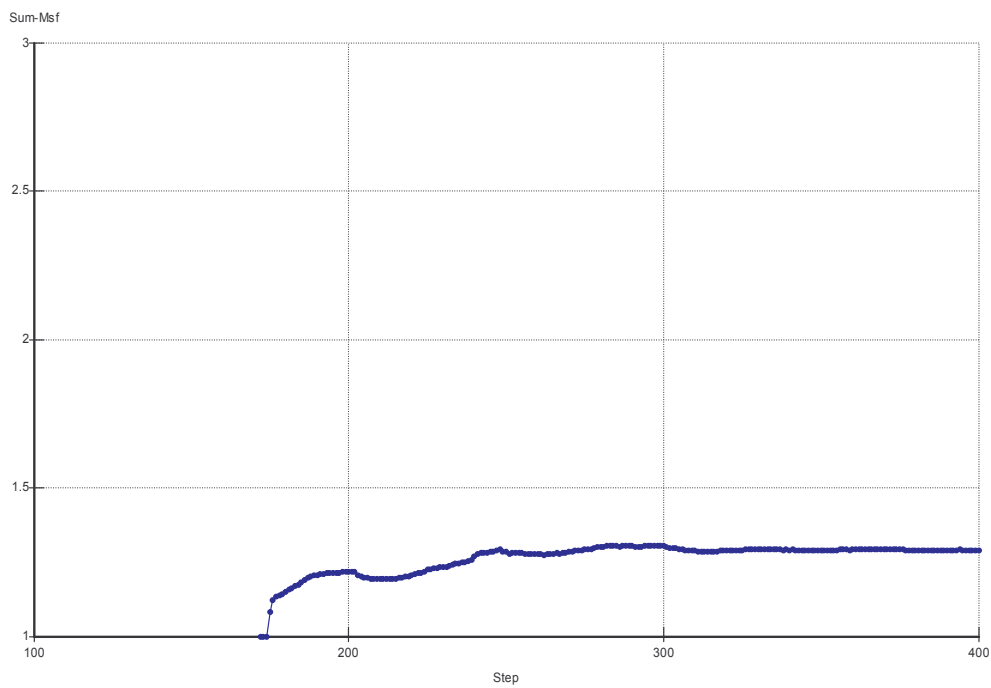




Figura 7: TIPOLOGIA A, SEZIONE 2 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, andamento del coefficiente di sicurezza

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 122 di 131	Rev. 0

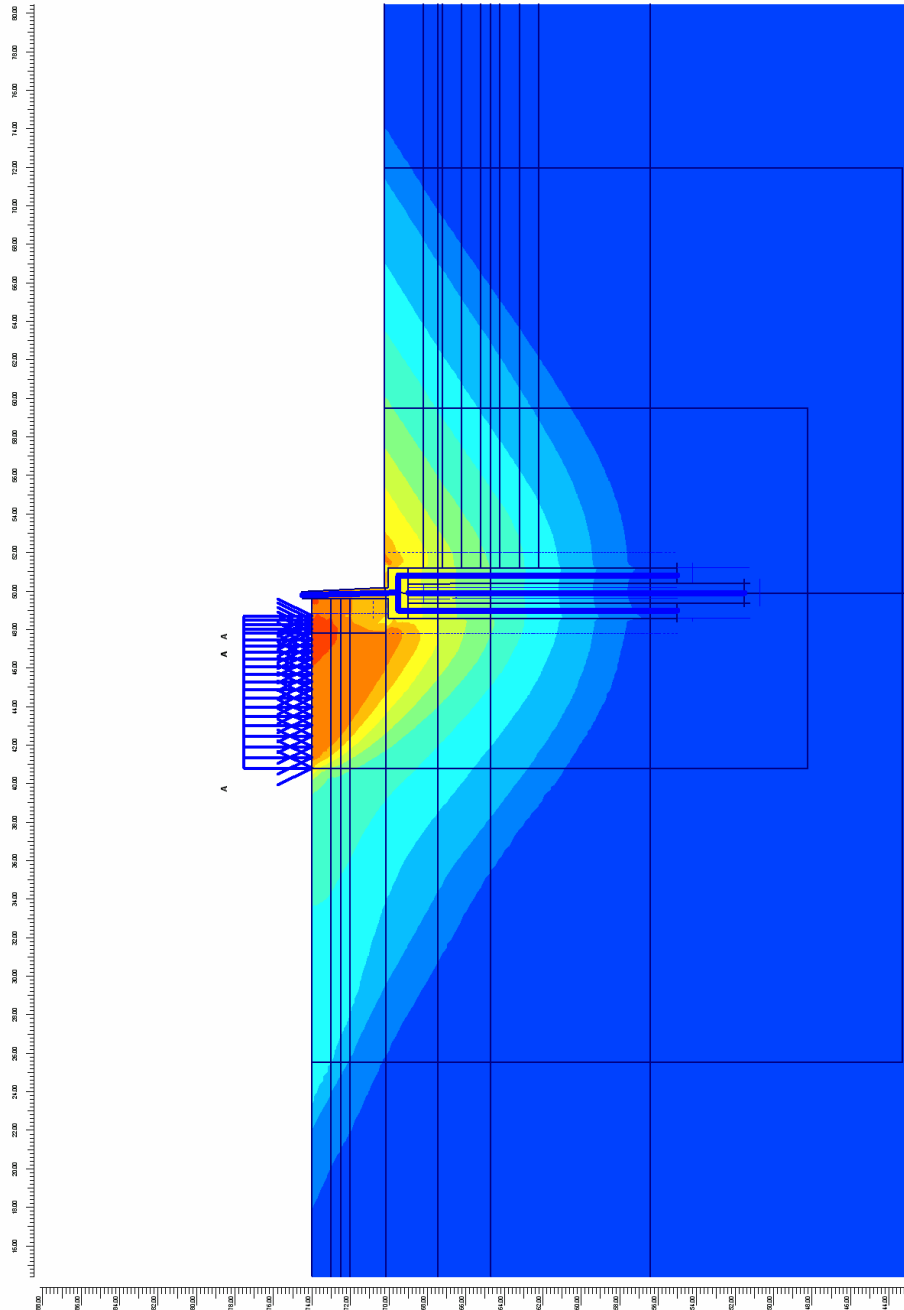


Figura 8: TIPOLOGIA B, SEZIONE 3 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, (gradazione di colore)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 123 di 131	Rev. 0

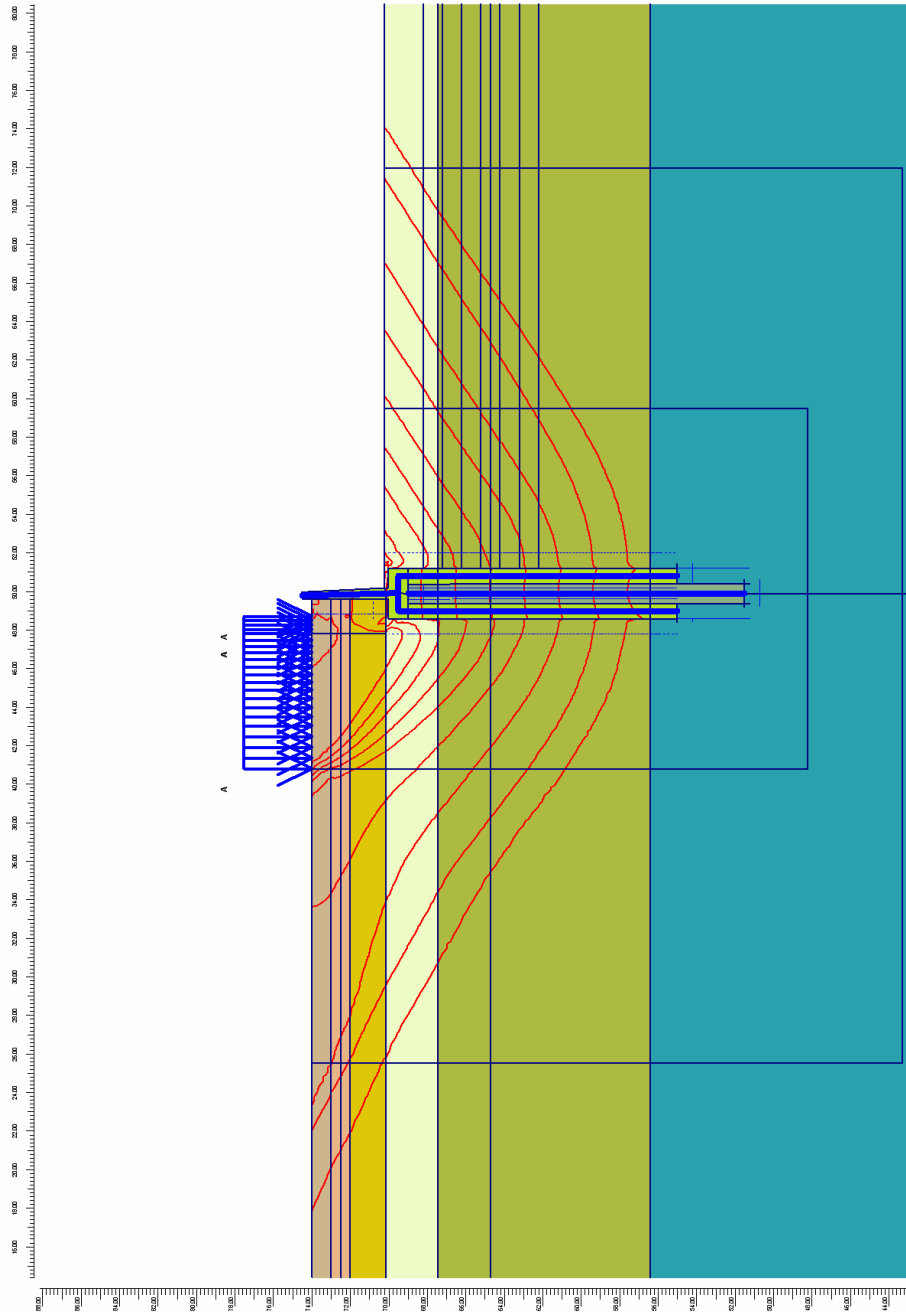



Figura 9: TIPOLOGIA B, SEZIONE 3 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, (isolinee)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 124 di 131	Rev. 0

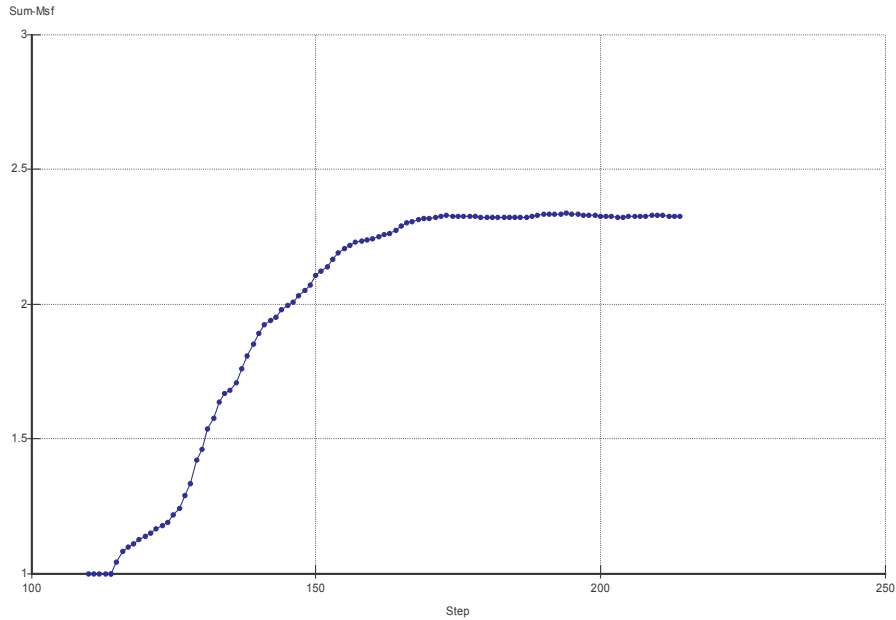


Figura 10: TIPOLOGIA B, SEZIONE 3 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, andamento del coefficiente di sicurezza

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 125 di 131	Rev. 0

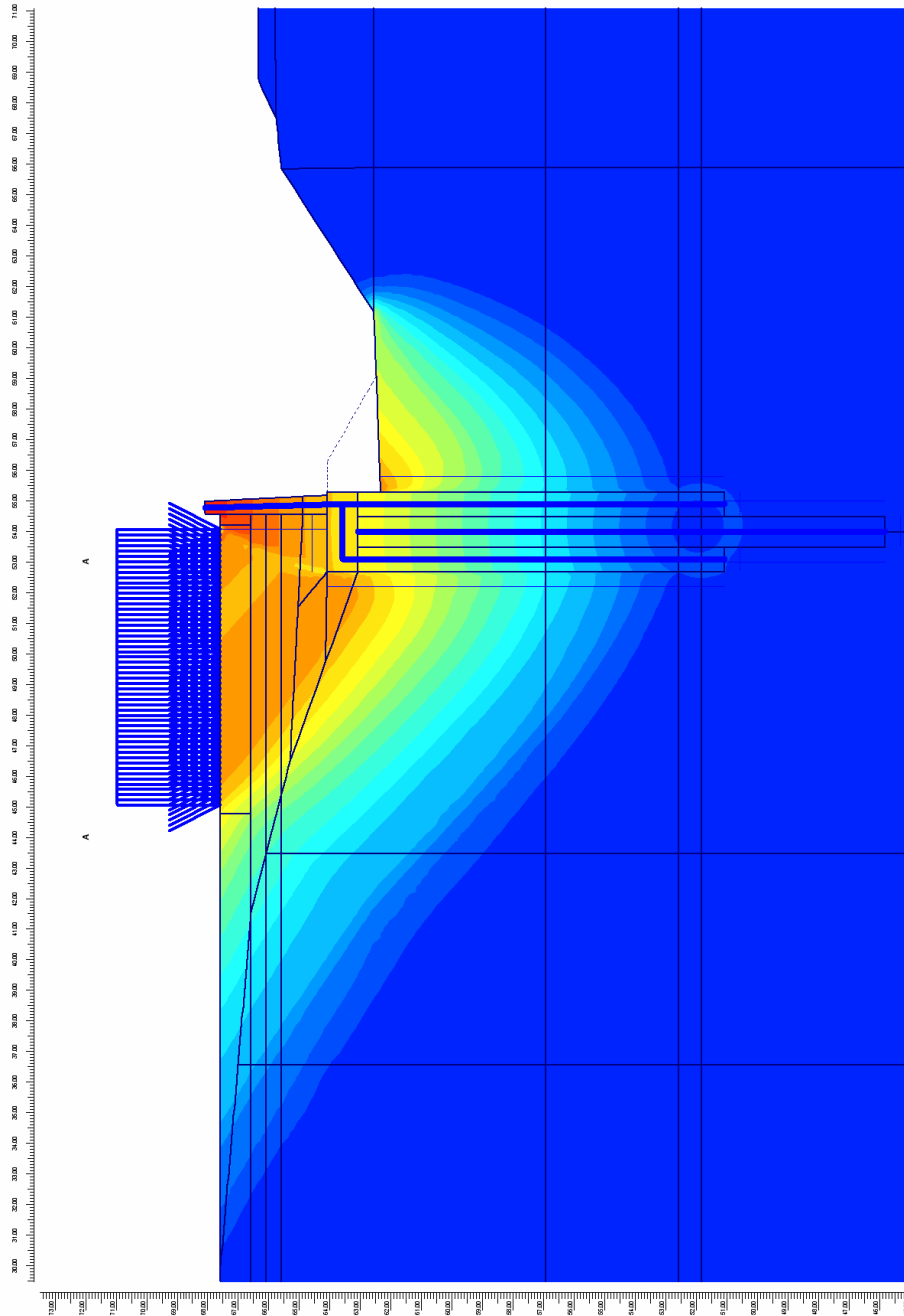


Figura 11: TIPOLOGIA C, SEZIONE 3 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, (gradazione di colore)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 126 di 131	Rev. 0

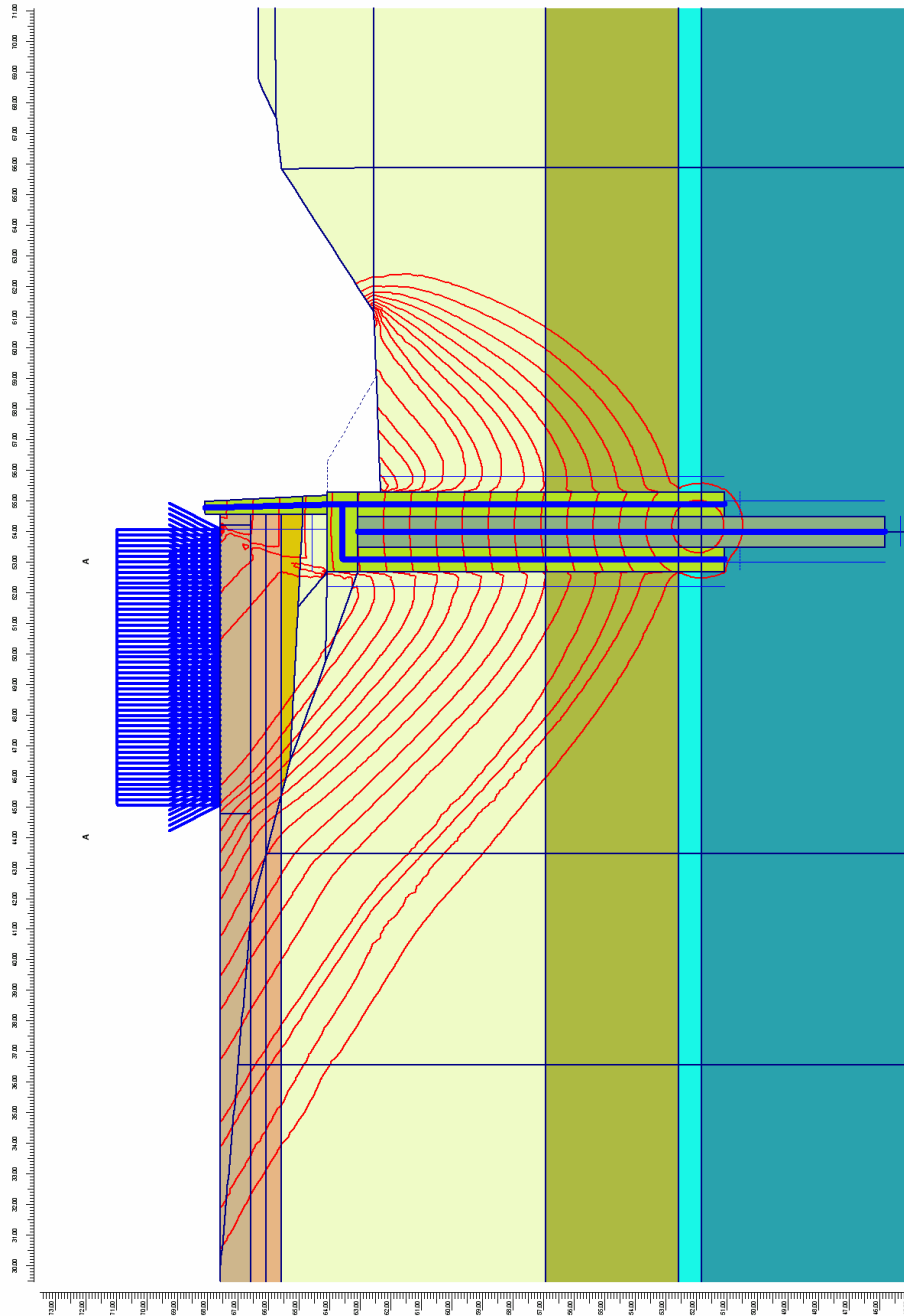



Figura 12: TIPOLOGIA C, SEZIONE 3 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, (isolinee)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 127 di 131	Rev. 0

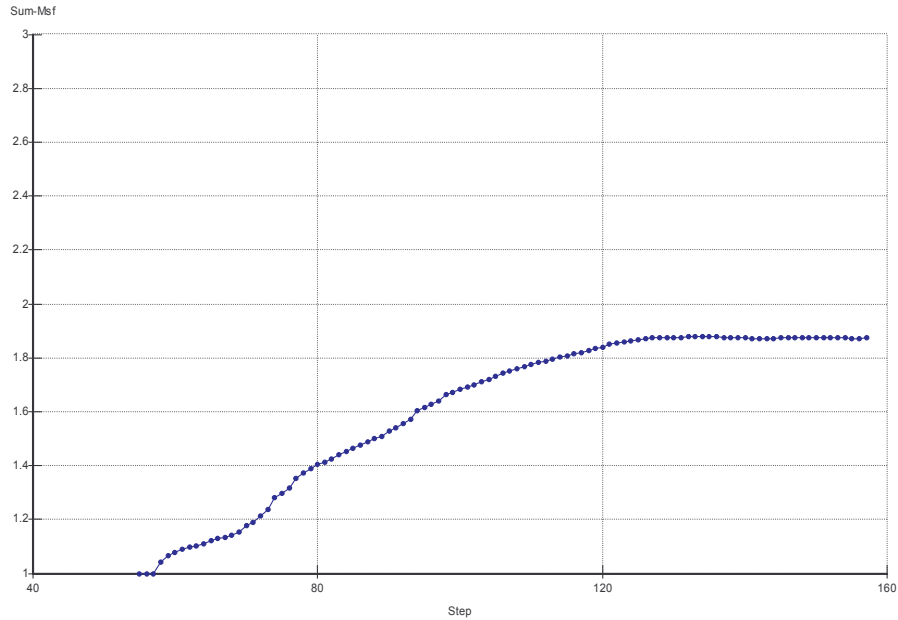




Figura 13: TIPOLOGIA C, SEZIONE 3 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, andamento del coefficiente di sicurezza

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 128 di 131	Rev. 0

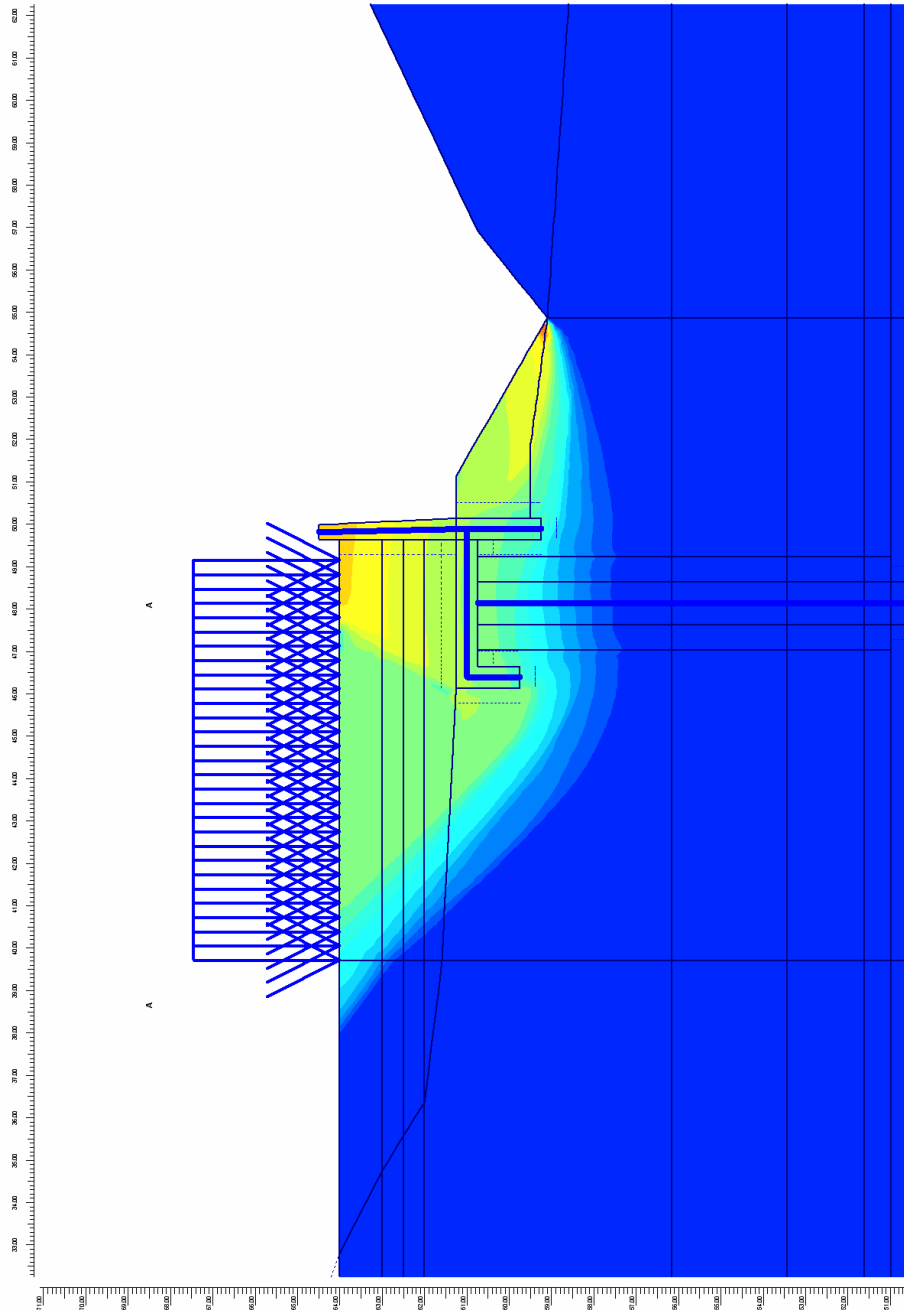



Figura 14: TIPOLOGIA D, SEZIONE 1 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, (gradazione di colore)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 129 di 131	Rev. 0

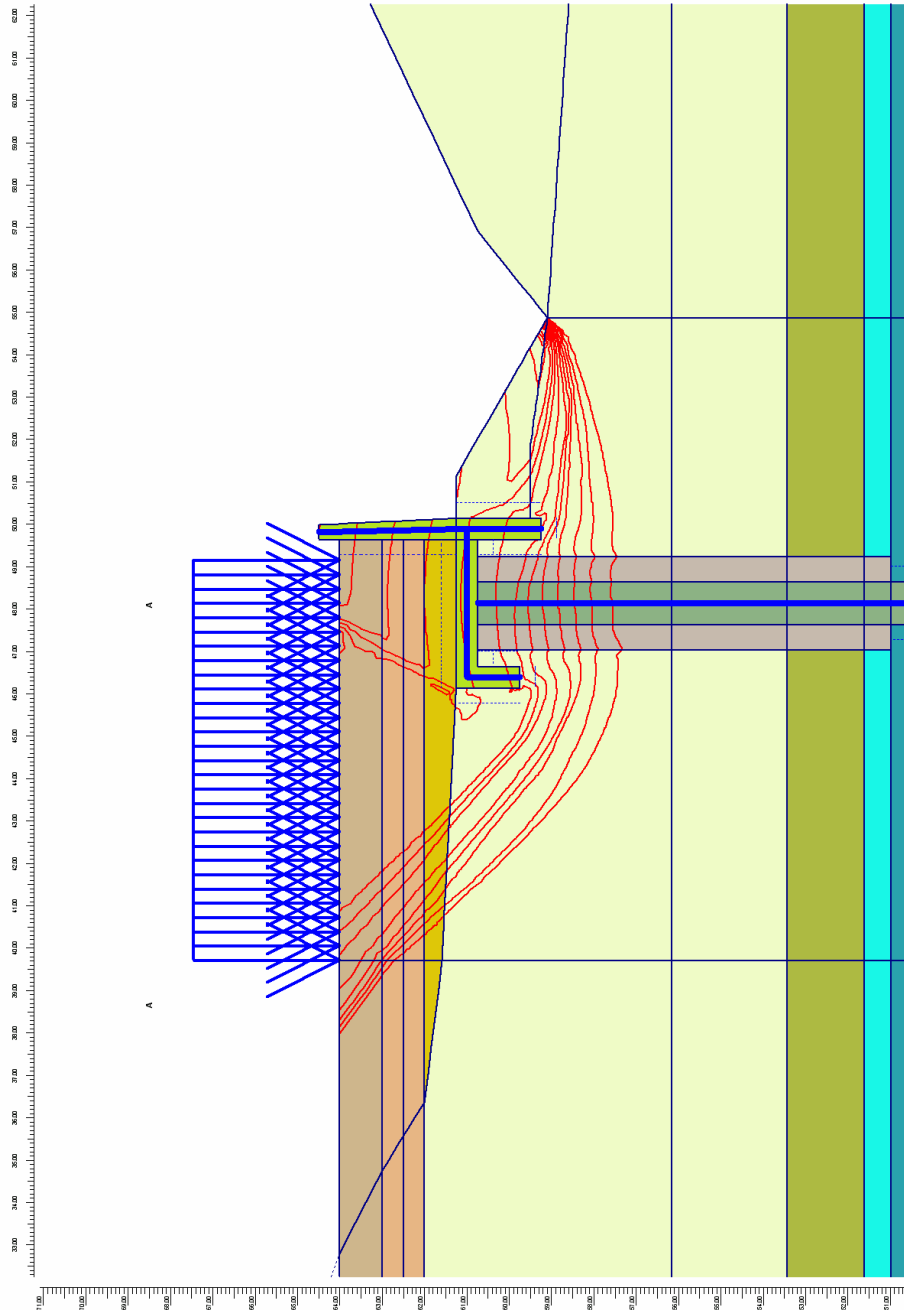




Figura 15: TIPOLOGIA D, SEZIONE 1 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, (isolinee)

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 130 di 131	Rev. 0

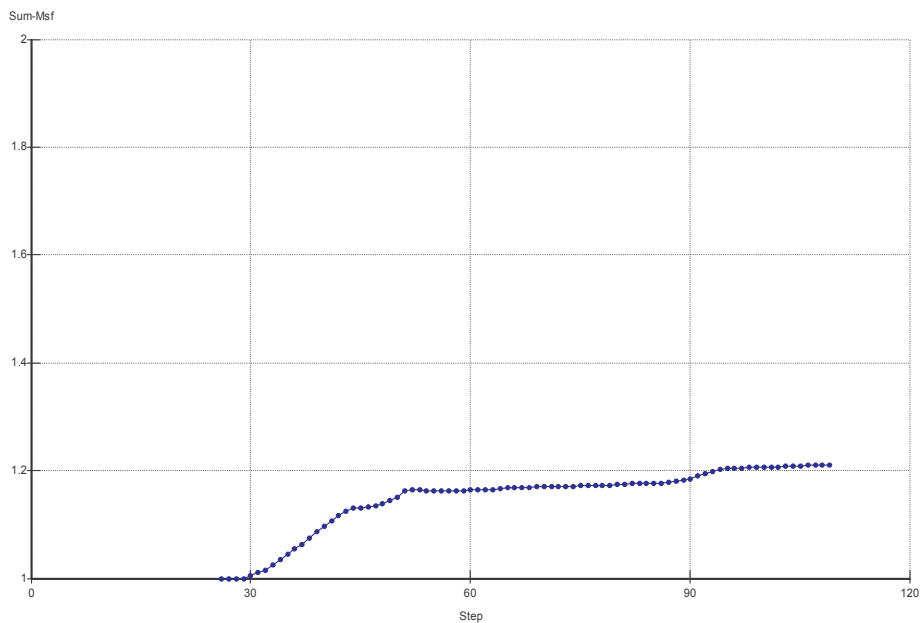



Figura 16: TIPOLOGIA D, SEZIONE 1 – Condizione di carico $(A2+M2)_{CS}$ – Verifica di stabilità globale, andamento del coefficiente di sicurezza

 Snamprogetti	CLIENTE  Syndial	COMMESSA 296000	UNITÀ 01
	LOCALITÀ Cengio (SV)	SPC. 01-BD-E-94420	
	PROGETTO Interventi di risanamento del sito di Cengio-Saliceto	Fg. 131 di 131	Rev. 0

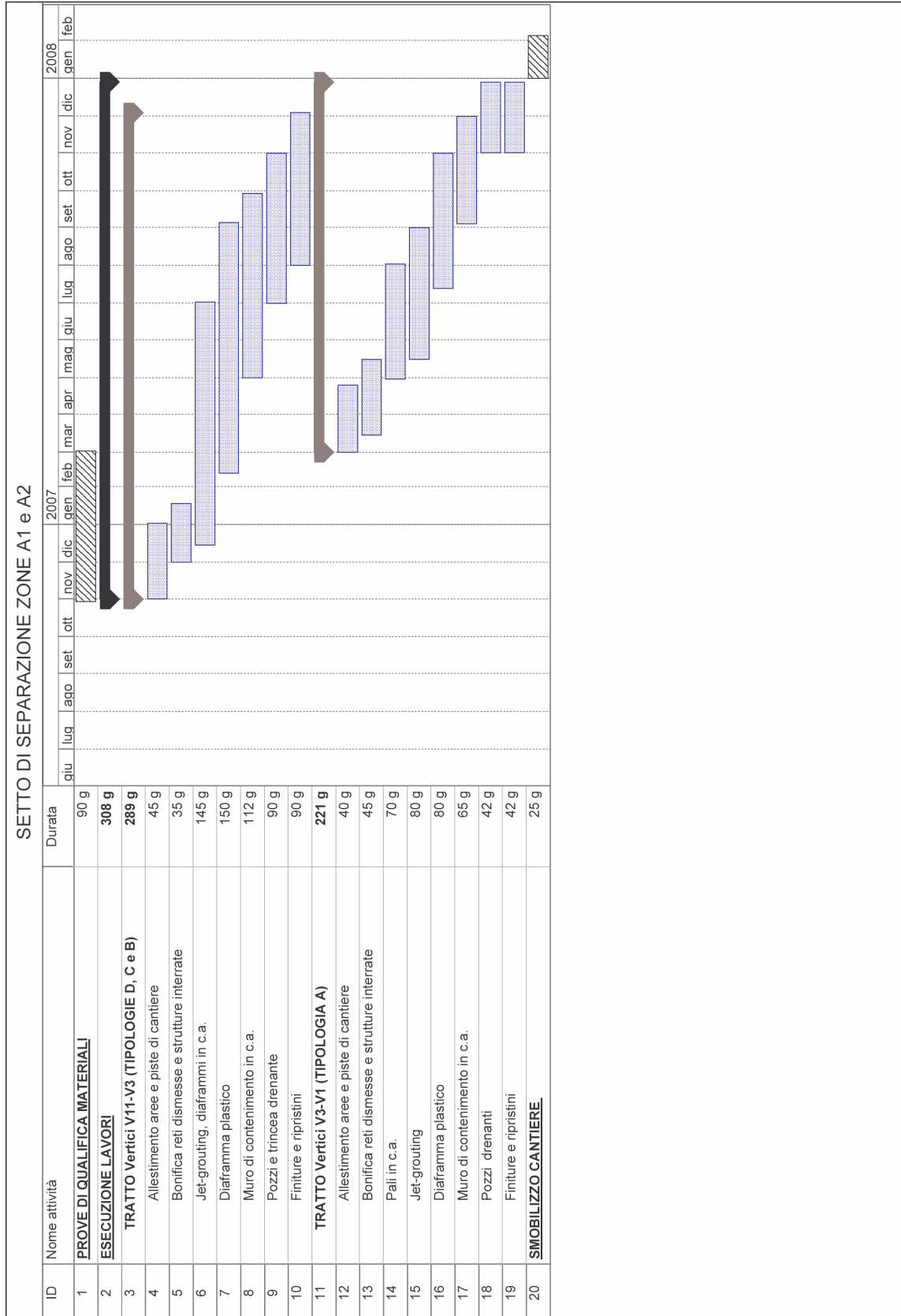


Figura 17: Cronoprogramma dei lavori