TRE E C srl
via Timavo 34, 20124 - Milano
P.IVA 010234567891
+39 02 94392300 info@3ec.it www.3ec.it

OASI IMMOBILIARE S.R.L.

AREA ACCIAIERIA EX AFIM

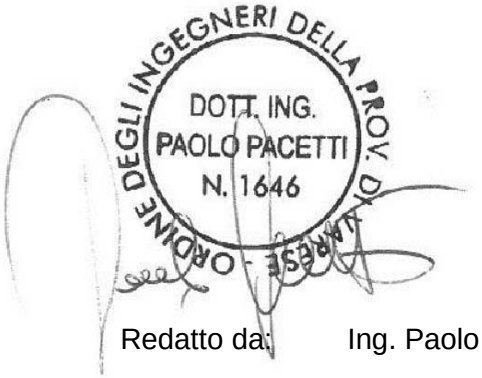
Comune di Nave (BS)

Via Sorelle Minola 23 – 25075 Nave (BS)

PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA

R01 - RELAZIONE TECNICA GENERALE

(Variante al progetto di bonifica autorizzato con delibera del Comune di Nave in data 27 aprile 2006 prot. 6478/VI.9)



Redatto da: Ing. Paolo Pacetti – Ing. Cinzia Acaia

Società: TRE EC S.r.l.

Milano, 25 luglio 2019

Estensore documento: Ing. Paolo Pacetti – Ing. Cinzia Acaia	**Codifica commessa:** C35CONS18	**Data:** 25/07/2019	
Responsabile commessa: Ing. Paolo Pacetti	**Tipo documento:** Relazione tecnica	**Revisione:** Rev. 00	
	Nome file: R01 - Relazione tecnica generale.docx	**Revisioni precedenti:** Numero	Data
	Note:		

INDICE

R01. Relazione Tecnica Generale

1 INTRODUZIONE 5

1.1 Sintetica ricostruzione dell'iter tecnico - amministrativo 5
1.2 Storico del sito produttivo 7
1.3 Storico dell'iter autorizzativo degli interventi di caratterizzazione e progettazione della bonifica 8
1.4 Schema del Progetto di Bonifica approvato nel 2005 9
1.5 Storico delle attività di cantiere 10
1.6 Analisi eseguite sul sito (dalla caratterizzazione ai fondi scavo e pareti) 12
1.7 Storico degli smaltimenti eseguiti finora 16
1.8 Difformità rispetto al progetto di bonifica autorizzato 19

2 IL COMPLETAMENTO DELLE OPERAZIONI DI BONIFICA 21

2.1 Considerazioni generali 21
2.2 Approfondimento degli scavi nella parte a nord del Canale Minera (Aree 1 e 2) 23
2.3 Gli scavi nella parte a sud del Canale Minera – Area 2. 27
2.4 Gli scavi nella parte a sud del Canale Minera – Area 3 30
2.5 Gli scavi nella parte a sud del Canale Minera – Area 4 31
2.6 Le demolizioni ed i materiali prodotti da tali operazioni 35
2.7 I cumuli presenti in Area 3 38
2.8 Riepilogo dei volumi stimati 42

3 ALLESTIMENTO DEL CANTIERE, SCAVO E TRATTAMENTO DEI MATERIALI 44

3.1 Rimodellamento dell'Area 4 44
3.2 Allestimento dell'area servizi di cantiere 45
3.3 Demolizioni 46
3.4 Scavi di bonifica 46
3.4.1 FASCIA MERIDIONALE 47
3.4.2 NORD MINERA 47
3.4.3 SUD MINERA 48
3.5 Scavi di approfondimento 48
3.6 Trattamento dei rifiuti di demolizione 49
3.7 Vagliatura dei materiali di risulta della bonifica 49
3.8 Gestione del cantiere di bonifica 50

4 IL VOLUME DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE 52

4.1 Terreni e riporti destinati allo smaltimento on site 52
4.2 Caratteristiche costruttive del volume di messa in sicurezza permanente 53
4.3. Volume dei materiali da smaltire 55
4.4. Geometria del volume di messa in sicurezza permanente 56

4.5 Caratteristiche dei materiali da smaltire 58
4.5.1 CUMULI FUORI TERRA 58
4.5.2 TERRENI PROVENIENTI DALL'AREA NORD MINERA 59
4.5.3 TERRENI E RIPORTI PROVENIENTI DALL'AREA SUD MINERA 59
4.6 Impermeabilizzazione del deposito 61
4.6.1 ISOLAMENTO DEL FONDO 61
4.6.2 ISOLAMENTO DELLA SUPERFICIE 62
4.7 Gestione del percolato 62
4.8 Gestione delle acque meteoriche 63
4.9 Copertura vegetale 64
4.9.1 SCELTA DELLE ESSENZE VEGETALI 65
4.9.2 MODALITÀ DI INTERVENTO 65
4.9.3 FILARE ALBERATO 66
4.9.4 COPERTURA DI SPONDA DEL TORRENTE GARZA 66
4.9.5 BOSCHETTO DI NEO-FORMAZIONE 67
4.9.6 COPERTURA DEL VOLUME DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE 67

5 ASSETTO FUTURO DELL'AREA 69

5.1 Piano di intervento urbanistico 71
5.2 Messa in sicurezza permanente dell'Area 4 73

6 SINTESI DELLE VARIAZIONI APPORTATE AL PROGETTO APPROVATO 74

Appendice - Test di ecotossicità

R01. Computo metrico estimativo

R02. Cronoprogramma dei lavori

TAVOLE

T01	Corografia	scala Varie
T02	Mappa catastale	scala 1:1.000
T03	Destinazione urbanistica delle aree interessate dalla bonifica - Planimetria	scala 1:500
T04	Progetto precedentemente autorizzato: scavi di bonifica previsti	scala 1:500
T05	Progetto precedentemente autorizzato: scavi di bonifica realizzati	scala 1:500
T06	Stato di fatto (giugno/novembre 2018) - Planimetria	scala 1:500
T07	Ubicazione delle indagini di caratterizzazione - Planimetria	scala 1:500
T08	Rimodellamento dell'Area 4 – Planimetrie e sezioni	scala 1:500

T09	Scavi di bonifica - Planimetria	scala 1:500
T10	Ubicazione dei punti di collaudo - Planimetria	scala 1:500
T11	Rinterro degli scavi di bonifica - Planimetria	scala 1:500
T12	Scavi di bonifica e rinterri - Sezioni longitudinali	scala 1:500
T13	Scavi di bonifica e rinterri - Sezioni trasversali	scala 1:500
T14	Sezioni lungo il Torrente Garza: scavi di bonifica	scala 1:200
T15	Area servizi di cantiere – Planimetria	scala 1:500
T16	Scavo per la realizzazione del volume di messa in sicurezza permanente - Planimetria	scala 1:500
T17	Impermeabilizzazione di fondo del volume di messa in sicurezza permanente – Planimetria e particolari costruttivi	scala varia
T18	Riempimento del volume di messa in sicurezza permanente - Planimetria	scala 1:500
T19	Sezioni lungo il Torrente Garza: rinterro degli scavi di bonifica	scala 1:200
T20	Copertura finale del volume di messa in sicurezza permanente - Planimetria e particolari costruttivi	scala varia
T21	Scavo e riempimento del volume di messa in sicurezza permanente - Sezioni	scala 1:200
T22	Gestione del percolato - Planimetria e particolari costruttivi	scala varia
T23	Gestione delle acque meteoriche - Planimetria e particolari costruttivi	scala varia
T24	Successione delle fasi di lavoro - Planimetrie	scala 1:1.000
T25	Successione delle fasi di lavoro - Sezioni	scala 1:500
T26	Assetto del sito al termine dei lavori di bonifica - Planimetria	scala 1:500

ALLEGATI

A01. Risultati delle analisi di caratterizzazione dei terreni e dei rifiuti

A02. Analisi di rischio sitospecifica applicata al volume di messa in sicurezza permanente

A03. Relazione paesaggistica

A04. Verifica di compatibilità in zona a rischio idraulico relativa al Torrente Garza

A05. Relazione geologica e idrogeologica

A06. Relazione preliminare per la verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale

A07. Piano di Monitoraggio Ambientale

1 INTRODUZIONE

1.1 Sintetica ricostruzione dell'iter tecnico - amministrativo

L'iter tecnico - amministrativo per la caratterizzazione e bonifica dell'area dell'acciaieria ex AFIM, sita in di Via Sorelle Minola n. 23 a Nave (BS), iniziò nel periodo 2003 - 2005 con l'esecuzione delle indagini di caratterizzazione del sito, eseguite dallo Studio Associato "Geologia e Ambiente" di Brescia.

Nel settembre 2005 la società Multi Project di Gorizia presentò un progetto per la bonifica dell'area, redatto ai sensi del D.M. 471/99, che prevedeva, oltre allo scavo e smaltimento del terreno inquinato, anche un intervento di messa in sicurezza permanente.

Nel maggio 2006 la stessa Multi Project presentò agli Enti competenti il documento "Integrazioni al progetto definitivo di bonifica del sito ex AFIM" in cui recepiva le prescrizioni degli Enti di controllo (comune di Nave, protocollo n° 6478/VI.9).

Il progetto di bonifica approvato divideva l'intera superficie della ex AFIM in quattro aree di intervento, a loro volta suddivise in porzioni più piccole. La suddivisione in aree era stata decisa in base alla storia produttiva dell'acciaieria e alla diffusione degli inquinanti; questa parcellizzazione era stata poi raffinata con la sovrapposizione di una mappa delle destinazioni d'uso previste dal piano d'intervento edilizio convenzionato creando in questo modo un mosaico articolato di "sottoaree".

Sinteticamente, il progetto di bonifica approvato prevedeva la realizzazione dei seguenti interventi:

- rimozione totale del terreno inquinato sulle Aree 1, 2 e 4 per le quali si prevedeva il raggiungimento degli obiettivi di bonifica previsti dal D.M. 471/99 per le rispettive destinazioni d'uso;
- per l'Area 3 rimozione del terreno inquinato eccedente i limiti delle C.R.A. calcolate mediante analisi di rischio e realizzazione di una zona di messa in sicurezza permanente per rifiuti inerti;
- vagliatura e trattamento in situ del terreno inquinato, con l'eventuale recupero, dopo idonea analisi, del sopravaglio e lo smaltimento o stoccaggio nell'area di messa in sicurezza permanente del sottovaglio, mentre le scorie di fonderia dovevano essere direttamente smaltite in idonea discarica esterna;
- monitoraggio della falda freatica e realizzazione di una barriera idraulica dopo l'eventuale superamento dei limiti di legge nelle acque di falda, in direzione monte-valle, per due cicli consecutivi di campionamento.

La Oasi Immobiliare S.r.l., proprietaria dell'area "ex AFIM", aveva richiesto nell'ottobre 2006 l'adeguamento del progetto di bonifica al D.Lgs. 152 del 03 aprile 2006.

Lo studio associato "Ingegneria e Ambiente" degli ingegneri G. Fedrigo e C. Gorio di Brescia era stato incaricato della direzione dei lavori della bonifica. In data 14 febbraio 2007 era stata presentata una richiesta di variante al progetto in esecuzione: "Relazione Tecnica per la rimodulazione degli obiettivi di bonifica ai sensi del D.Lgs. 152/06 del Progetto Definitivo di Bonifica con messa in sicurezza de sito ex AFIM di

Nave (BS)". Il 27 aprile 2007, a seguito di conferenza dei servizi, il Comune di Nave esprimeva parere favorevole alla rimodulazione degli obiettivi di bonifica con l'autorizzazione in variante delle opere di bonifica.

Il 03 aprile 2007 iniziavano le attività di cantiere sull'area in oggetto. Il 27/04/2007, concluse le attività di cantierizzazione e pulizia, è stata attivata la linea di frantumazione delle demolizioni.

In data 20 settembre 2007 lo studio associato "Ingegneria e Ambiente" presentava una seconda variante al progetto di bonifica che è stata discussa nel corso di una riunione tecnica il 27/09/2007 ma che non è mai stata approvata.

I lavori di bonifica del sito in oggetto si sono interrotti nell'aprile 2008. Nel giugno dello stesso anno la proprietà ha rescisso il contratto con l'ufficio di direzione dei lavori ed ha preso contatti con SINESIS S.p.A.

Nell'ottobre 2008 si è proceduto allo smaltimento in discarica autorizzata per rifiuti pericolosi del materiale stoccato sotto la tensostruttura (circa 4.500 t). Più precisamente, il trasporto a destinazione finale e lo smaltimento sono stati effettuati dalla ditta Ladurner Bonifiche per circa 2.500 t e dalla ditta Markab di Milano per le restanti 2.000 ton.

A seguito di ulteriori incontri tra la Proprietà Oasi Immobiliare S.r.l., lo studio di progettazione Faroni, SINESIS S.p.A. e gli Enti di controllo era stato concordato di presentare un'ulteriore variante al Progetto di Bonifica.

Nel 2010 era stata presentata un bozza di progetto di bonifica che però aveva interrotto il proprio iter a seguito di cambiamenti intervenuti a livello di normativa e di circolari applicative che rendevano di fatto impossibile per gli Enti approvare alcune tipologie di soluzioni fino ad allora ammesse.

Nel tempo successivo sono stati effettuati vari incontri tecnici e Conferenze dei Servizi che sono servite a tracciare un possibile percorso che portasse da un lato a compimento i lavori di bonifica e dall'altro che risultasse economicamente sostenibile.

Sono state effettuate diverse campagne integrative della caratterizzazione, soprattutto delle aree più meridionali, ancora da bonificare, e che hanno fornito elementi aggiuntivi, utili alla verifica della fattibilità tecnica ed economica della soluzione proposta per una variante al progetto di bonifica.

Nella presente relazione viene illustrata una soluzione che risulta tecnicamente percorribile, anche se con molte difficoltà logistiche ed operative: questa prevede la realizzazione di bacino di servizio in cui mettere a dimora tutto il materiale già oggetto di scavo o ancora da scavare che non potrà essere altrimenti riutilizzato all'interno dell'area.

La soluzione indicata fa propri molti elementi contenuti nel progetto approvato e nella bozza di variante del 2010. Contrariamente a quanto previsto dai due documenti precedenti, tuttavia, è prevista la completa rimozione di tutto il materiale oggetto di contaminazione e la sua collocazione nel bacino di servizio mentre nel progetto approvato e nella bozza del 2010 si ipotizzava di limitare gli scavi ad una determinata profondità, lasciando in sito la parte più profonda della contaminazione ed avvalendosi di un percorso di Analisi di Rischio per la dimostrazione di accettabilità del rischio stesso.

Nel caso della presente relazione si è ricorsi nuovamente all'Analisi di Rischio, applicandola però al solo bacino di messa in sicurezza permanente, realizzato tecnicamente come una discarica e con tutti i presidi di sicurezza richiesti dalla normativa per le discariche, unicamente per dimostrare la possibilità di mettere a dimora tutto il materiale di risulta della bonifica ancora presente sull'area (e non altrimenti riutilizzabile) all'interno del bacino stesso, senza necessità di pretrattamento.

Con l'Analisi di Rischio si quantifica appunto il potenziale rischio per l'ambiente introdotto dalla messa in sicurezza permanente a servizio della bonifica, dimostrandone l'accettabilità, anche con l'introduzione di una deroga alla realizzazione del pacchetto di impermeabilizzazione. Quest'ultima consente un notevole recupero di volume di smaltimento, di cui vi è estrema necessità per ridurre l'impatto ambientale del volume di messa in sicurezza permanente (mantenendo un franco maggiore nei confronti della falda freatica e riducendo l'altezza fuori terra dell'opera) e per garantire la sostenibilità economica dell'opera.

La presente relazione e tutta la documentazione allegata si configura come una variante sostanziale al progetto approvato, che per i motivi in seguito illustrati, non più è possibile da portare a termine. Di tale progetto vanno mantenuti tutti gli aspetti non esplicitamente modificati dalla presente variante.

1.2 Storico del sito produttivo

L'area in passato era stata interessata dall'attività della ditta AFIM (Acciaierie e Ferriere Industria Metallurgica) S.p.A. costituita essenzialmente da reparti di acciaieria e di laminatoio a caldo.

La AFIM acquistava all'esterno materiale ferroso e rottami che venivano fusi e trattati per la formazione di tondini in acciaio. Nell'acciaieria ferro, coke e fondente venivano portati all'altoforno che li riscaldava e li trasformava in ghisa fusa (punto di fusione a 1100-1200°). Oltre alla ghisa fusa, nell'altoforno si originavano abbondanti scorie.

In un'acciaieria la ghisa fusa viene messa in una siviera, che la porta al convertitore LD e la trasforma, ad una temperatura di 1600°, in acciaio fuso. Nel convertitore si immette ossigeno; in questo modo la concentrazione di carbonio presente nel bagno diminuisce e la ghisa diventa acciaio.

Sia la ghisa che l'acciaio sono, infatti, leghe formate da ferro e carbonio. Nella ghisa la percentuale di carbonio si aggira intorno ai 1,70 - 6,70%, mentre nell'acciaio è inferiore al 2,00%. 9+6

Successivamente l'acciaio viene colato in blumi che vengono trasportati al laminatoio, dove sono trasformati in lamiere e tubi profilati. Il laminatoio è formato da diverse sezioni aventi dei cilindri rotanti di distanza sempre più vicina, in modo da assottigliare i blumi e facendoli diventare lamiere o tubi.

Sull'area della ex AFIM erano presenti anche delle vasche di raffreddamento dell'acqua di processo e alcuni depositi per rottami ferrosi, sfridi e macchinari da demolire.

Erano presenti inoltre un impianto di depurazione delle acque e un impianto di abbattimento fumi.

Tra gli edifici non produttivi vi erano infine gli uffici, la mensa, l'officina ed il magazzino.

1.3 Storico dell'iter autorizzativo degli interventi di caratterizzazione e progettazione della bonifica

Qui di seguito, nella Tabella 1-1, sono riassunte le principali attività che hanno caratterizzato l'iter autorizzativo dell'area ex AFIM.

Tabella 1-1 sintesi delle attività caratterizzanti l'iter autorizzativo legate al progetto di bonifica

ATTIVITA'/DOCUMENTO	DATA	SOGGETTO	PROTOCOLLO	ENTE
Proposta di piano di caratterizzazione D.M.471/99	2002	Studio Ingegneria e Ambiente		
Verbale CdS per approvazione Proposta Piano di Caratterizzazione	10-set-02			Comune di Nave
Presentazione Piano di Caratterizzazione	ott-03	Studio Ingegneria e Ambiente		
Richiesta CdS di integrazione al Piano di Caratterizzazione	04-dic-03		18829	Comune di Nave
Presentazione Integrazione al Piano di Caratterizzazione	mar-04	Studio Ingegneria e Ambiente		
Verbale CdS per approvazione Piano di Caratterizzazione	14-apr-04			Comune di Nave
Presentazione Progetto Preliminare di Bonifica e messa in sicurezza permanente D.M. 471/99	27-giu-05	Multiproject S.r.l.	10035	Comune di Nave
Verbale CdS per approvazione Progetto Preliminare di Bonifica	01-lug-05		10316	Comune di Nave
Presentazione Progetto Definitivo di Bonifica con messa in sicurezza permanente del sito "ex AFIM" ai sensi del D.M. 471/99	26-set-05	Multiproject S.r.l.	14624	Comune di Nave
Verbale CdS per approvazione Progetto Definitivo di Bonifica	13-feb-06		3743/VI.9	Comune di Nave
Presentazione Rev. 1 del Progetto Definitivo di Bonifica con messa in sicurezza permanente del sito "ex AFIM" ai sensi del D.M. 471/99	23-mar-06	Multiproject S.r.l.	4722	Comune di Nave
Autorizzazione dirigenziale (Arch. Confortini) al Progetto Definitivo di Bonifica	27-apr-06		6478/VI.9	Comune di Nave
Richiesta di rimodulazione degli obiettivi di bonifica. Relazione tecnica	13-feb-07	Studio Ingegneria e Ambiente	2322	Comune di Nave
Presentazione Rev. 2 Integrazioni al progetto definitivo di bonifica del sito "ex AFIM" ai sensi del D.M. 471/99 come da richiesta della CdS (Comune di Nave, prot. 6478/VI.9)	28-mar-07	Multiproject S.r.l.		
Verbale CdS per approvazione della rimodulazione degli obiettivi di bonifica secondo D.Lgs. 152/2006	28-mar-07		4721/6.9	Comune di Nave
Comunicazione inizio lavori di cantierizzazione	20-apr-07		6119	Comune di Nave

Autorizzazione in variante per opere di bonifica	27-apr-07		6417/VI.9	Comune di Nave
Richiesta di variante progettuale	20-set-07	Studio Ingegneria e Ambiente	13625	Comune di Nave

1.4 Schema del Progetto di Bonifica approvato nel 2005

Dopo aver eseguito le attività di caratterizzazione che hanno permesso di definire lo stato di inquinamento delle diverse matrici ambientali, la società Multiproject S.r.l., nel settembre 2005, ha presentato il Progetto Definitivo di Bonifica con messa in sicurezza permanente del sito "ex AFIM" ai sensi del D.M. 471/99.

Il sito "ex AFIM" era stato suddiviso in quattro aree principali, identificate sulla base della tipologia ed omogeneità di inquinamento:

- Area 1: ubicata nella zona N – E del sito "ex AFIM" ha una superficie di 15.950 m^2 e costituiva una zona di passaggio dei mezzi. Il progetto edilizio prevedeva un intervento di riqualificazione dell'Area 1 sia con destinazione d'uso residenziale, sia commerciale.
- Area 2: corrisponde alla zona centrale del sito ed ha una superficie complessiva di 33.169 m^2. Il progetto edilizio prevedeva sull'Area 2 zone ad uso commerciale ma soprattutto edifici residenziali. L'Area 2 era stata a sua volta suddivisa in 4 aree secondarie (Area 2a: vasche parco rottame; Area 2b: zona est comprendente l'abbattimento fumi e l'impianto di depurazione delle acque dell'acciaieria; Area 2c: area centrale dove era svolta gran parte dell'attività produttiva; Area 2d: zona ovest che era caratterizzata da una parte del reparto laminatoio e l'officina). In base alla caratterizzazione del sito l'Area 2 aveva livelli di inquinamento del terreno marcati, a profondità variabili ma che sembravano contenuti entro la quota di - 3 m da p.c.;
- Area 3: ubicata nella zona meridionale del sito "ex AFIM" ha una superficie pari a 13.100 m^2. L'indagine di caratterizzazione aveva evidenziato che tale area era stata colmata fino all'attuale piano campagna per la realizzazione di nuovi capannoni dell'acciaieria. In essa erano stati messa a dimora materiali di diversa natura tra cui abbondanti le scorie di acciaieria. L'Area 3 era risultata caratterizzata da seppellimenti a profondità variabili, anche superiori ai 5,00 m dal p.c. Il terreno presentava considerevoli valori di inquinamento, principalmente dovuti alla presenza di metalli pesanti. L'Area 3 era catalogabile come Sito ad uso Verde pubblico, privato e residenziale ai sensi del D.M. 471/99, con l'eccezione di un tratto della strada di futura realizzazione.
- Area 4: ubicata nella zona sudoccidentale del sito "ex AFIM", occupa una superficie pari a 8.750 m^2. Non era stata oggetto di attività industriali nel passato ma, per i due punti d'indagine eseguiti, era risultata caratterizzata da un inquinamento molto limitato e superficiale (1 m circa dal p.c.). La destinazione d'uso era verde – residenziale.

Nel Progetto di Bonifica del 2005, la suddivisione in aree, basata sulla storia produttiva e sulla presenza dei relativi inquinanti, era stata successivamente raffinata con la

sovrapposizione di una mappa delle destinazioni d'uso previste dal piano d'intervento edilizio convenzionato creando in questo modo un mosaico articolato di "sottoaree".

La struttura del Progetto di Bonifica della ex AFIM prevedeva la rimozione totale del terreno inquinato sulle Aree 1, 2 e 4, in funzione delle concentrazioni limite, per le rispettive destinazioni d'uso (Tabella 1 - Allegato 1 del D.M. 471/99).

In corrispondenza dell'Area 3 era prevista una zona di Messa in Sicurezza Permanente per rifiuti inerti da utilizzare nel corso delle operazioni di bonifica. Il Progetto prevedeva la rimozione del terreno inquinato sull'Area 3, eccedente i limiti delle C.R.A. calcolate mediante Analisi del rischio, e la vagliatura del terreno inquinato con vagli pari a 50 mm e 20 mm.

Per il sopravaglio era prevista, dopo l'esecuzione del test di cessione, l'eventuale recupero a norma di legge, l'inertizzazione e lo stoccaggio sull'area di messa in sicurezza o lo smaltimento in discarica esterna.

Per il sottovaglio ai 20 mm era prevista la classificazione ai sensi del D.M. 03 agosto 2005 (ora DM 27.09.2010 e smi) e, in funzione dell'analisi, si procedeva all'inertizzazione, allo stoccaggio nell'area di messa in sicurezza o allo smaltimento in discarica esterna. Il progetto di bonifica prevedeva un processo di inertizzazione chimica delle scorie che non è mai stato attivato.

Il progetto di bonifica prevedeva un automatismo per cui, al secondo superamento nelle acque di falda (pozzi a valle) dei limiti di legge per un inquinante, si sarebbe dovuto realizzare un sistema di pozzi barriera con sistema di Pump & Treat.

Il Progetto di Bonifica era articolato in fasi che possono essere così riassunte:

- Fase 1: bonifica dell'Area 4 e sua restituzione in conformità agli obiettivi di progetto; terminata la Fase 1. sull'Area 4 avrebbe dovuto essere realizzata la piattaforma su cui ubicare la tensostruttura, l'impianto di vagliatura e quello di inertizzazione;
- Fase 2: bonifica dell'Area 1 e di alcune delle particelle costituenti la sottoarea 2c (particelle 2c-1, 2c-2, 2c-3, 2c-4, 2c-5, 2c-6, 2c-7, 2c-8 e 2c-9);
- Fase 3: bonifica della parte rimanente dell'Area 2 (Sottoarea 2a, Sottoarea 2b, Sottoarea 2d e particelle 2c-10, 2c-11, 2c-12, 2c-13, 2c-14, 2c-15 e 2c-16) e dell'Area 3;

1.5 Storico delle attività di cantiere

Nel mese di agosto 2007, la Provincia di Brescia ha incaricato l'Ing. Sergio Peli per un'attività di supporto tecnico ai fini della bonifica dell'area ex AFIM.

L'Ing. Peli ha relazionato lo stato di avanzamento dei lavori e le attività svolte in cantiere nel periodo compreso tra agosto 2007 e giugno 2008.

Gli eventi principali che hanno interessato le diverse aree del sito ex AFIM fino al mese di agosto 2007 sono stati:

- Area 1: scortico delle pavimentazioni in calcestruzzo (sottoarea 1-1) ed asfalto (sottoaree 1-2 e 1-3), scavi di ampliamento degli hot-spot in corrispondenza dei tre sondaggi e rinvenimento di un orizzonte di materiale nero isolante lungo il tracciato di una tubazione di ossigeno intercettata;
- Area 2: demolizione delle strutture di processo dell'acciaieria in cemento armato (sottoaree 2b e 2c), scavi nelle particelle da 2c-2 a 2c-9;
- Area 3: nessuna attività di scavo, realizzazione con materiali da demolizione della pavimentazione temporanea per l'allestimento della tensostruttura di stoccaggio;
- Area 4: ritombamenti parziali con il materiale scavato nella stessa area.

Le attività svolte durante il mese di ottobre 2007 possono essere così riepilogate:

- scavi e demolizioni: rimozione del materiale nero rinvenuto nell'hot-spot della sottoarea 1-3, scotico e demolizione della particella 2a-1 e della sottoarea 2d, rinvenimento di un orizzonte di scorie di fusione nella parete nord del cunicolo che attraversa la sottoarea 2d in direzione E-O;
- frantumazione e vagliatura: frantumazione dei materiali provenienti dalla sottoarea 2d, frantumazione dei materiali e vagliatura dei terreni derivanti dai lavori di scavo nella sottoarea 2b e nella particella 2a-1;
- pulizia e verifica di tenuta delle vasche di raffreddamento in cemento armato presenti nel cantiere nelle sottoaree 2b e 2d;
- riutilizzo materiali: movimentazione dei cumuli di frantumazione e di demolizione C1, C2, C3 e C4 e riutilizzo degli stessi per il ritombamento di placca di raffreddamento, parco tondo e laminazione in Area 1 e per il livellamento delle quote previste dal progetto urbanistico in Area 4, riutilizzo del cumulo 2C-bis per il riempimento della volumetria dello scavo trincea dell'hot-spot della sottoarea 1-3.

Decorsi tre mesi dalla data di assunzione dell'incarico professionale dell'Ing. Peli, sono state redatte due relazioni sullo stato di avanzamento dei lavori, una riguardante il mese di novembre 2007 e l'altra il trimestre settembre – ottobre - novembre 2007, che sono qui di seguito sintetizzate:

- scavi e demolizioni: demolizioni delle particelle da 2d-4 a 2d-7 iniziate nel mese di ottobre, rinvenimento di due cisterne adiacenti l'una all'altra contenenti presumibilmente resti di oli a base di idrocarburi;
- frantumazione e vagliatura: frantumazione delle demolizioni provenienti dalla sottoarea 2d, nessuna operazione di vagliatura;
- pulizia delle vasche, delle strutture superficiali e dei cunicoli sotterranei presenti nella zona di intersezione tra le sottoaree 2c, 2d e l'area 3 in quanto presentavano al loro interno una massiccia quantità di acqua e di rifiuti provenienti dalle precedenti demolizioni di pre-bonifica;
- nessuna operazione di ritombamento o riutilizzo di materiali all'interno del cantiere;

In data 30 novembre 2007 nessuna area risulta essere completamente collaudata, salvo esiti positivi nelle sottoaree 1-1, 1-2, 4-2, 4-3 e 4-4.

Nel mese di dicembre 2007 sono state effettuate le seguenti attività:

- scavi e demolizioni: demolizioni delle strutture cementizie nelle particelle da 2d-3 a 2d-9 iniziate nel mese di ottobre e delle solette superiori dei cunicoli (solo parzialmente delle pareti), nessuna operazione di scavo all'interno del cantiere;
- frantumazione e vagliatura: frantumazione delle demolizioni provenienti dalla sottoarea 2d e vagliatura del terreno proveniente dalla stessa sottoarea e dei cumuli di frantumato 2C-tris e 2A-1 provenienti dalla sottoarea 2c e dalla particella 2a-1;
- pulizia dei cunicoli, contestuali alla loro demolizione, nelle particelle 2d-3, 2d-5, 2d-6 e parzialmente 2c-1 (lato ovest);
- riutilizzo materiali: ritombamento dello scavo ad hot-spot e delle due vasche dei trasferitori dell'ex-acciaieria nella particella 2c-1 utilizzando il cumulo di frantumato 2d-quarter ed il sottovaglio proveniente dalla particella 2d-7 (box 5), stoccaggio in Area 4 delle demolizioni frantumate provenienti dalla sottoarea 2d che vanno ad aggiungersi al materiale già presente proveniente dalla sottoarea 2c.

L'ultima relazione dell'Ing. Peli sullo stato di avanzamento dei lavori risale al 1 giugno 2008 (il cantiere si trova in stato di inattività da aprile 2008) e fornisce indicazioni sulle operazioni di bonifica effettuate e sulle attività pratiche ancora da svolgere necessarie per il rilascio della certificazione di avvenuta bonifica di ciascuna area.

- Area 1: sono state collaudate le sottoaree 1-1 e 1-2, ma per considerare conclusa l'indagine analitica è necessario prelevare un campione di fondo scavo in corrispondenza della zona in cui è stata rinvenuta la tubazione dell'ossigenodotto;
- Area 2: sono state collaudate le sottoaree 2b, 2c, 2d e la zona ex-officina a nord del Canale Minera per un totale di 78 campioni ma sono necessari ulteriori scavi a causa della non conformità di alcuni di essi, inoltre sono stati rinvenuti 3 serbatoi interrati durante le operazioni di demolizione e scavo sia nel mese di novembre 2007 sia in quello di aprile 2008, ma la D.L. ha già provveduto a rimuoverli nel mese di febbraio e aprile 2008;
- Area 3: non è citata nella relazione in quanto vi sono localizzati i cumuli di frantumato di demolizione e di vagliatura dei terreni;
- Area 4: sono state collaudate tutte le sottoaree risultando conformi alle C.S.C. (Concentrazioni Soglia di Contaminazione), ma in seguito al collaudo sono stati riutilizzati e depositati circa 16.000 m^3 di materiali provenienti dal cantiere di bonifica, oggetto comunque di verifica preventiva di conformità; oltre a tali materiali sono stati messi in deposito temporaneo 5.000 m^3 di materiale classificato tra Colonna A e Colonna B, che per problemi di logistica del cantiere era stato depositato sulla superficie dell'Area 4 mediante interposizione di telo plastico di protezione..

1.6 Analisi eseguite sul sito (dalla caratterizzazione ai fondi scavo e pareti)

Nel 2001 sono stati effettuati, relativamente alla zona a sud del Canale Minera, n° 12 sondaggi esplorativi (da SE1/01 a SE12/01) a diverse profondità (da -0.20 m a -3 m). Tali campioni sono stati analizzati dal laboratorio Chemiricerche s.r.l. e le analisi hanno evidenziato superamenti dei limiti per quanto riguarda i valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo stabiliti sia dalla Colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale ed in seguito denominati solo "limiti residenziali") sia dalla Colonna B (siti ad uso commerciale ed industriale ed in seguito denominati solo "limiti commerciali") della Tabella 1 dell'Allegato 1 del D.M. 471/99.

Nel 2003, come previsto dal Piano di Caratterizzazione approvato dagli Enti competenti in sede di Conferenza dei Servizi del 10/09/2002, il sito "ex AFIM" è stato sottoposto ad una campagna di indagine ambientale.

Dal 19 al 27 febbraio 2003 sono stati effettuati sull'area:

- n. 32 scavi esplorativi con scavatore meccanico a pala, dei quali n° 29, dal n. SE 1 al n. SE 26 (sono presenti infatti anche SE20 bis, SE21 bis e SE 22 bis), sono stati realizzati all'interno dell'area, mentre gli ultimi 3 (dal n. SEB 1 al n. SEB 3) sono stati ubicati all'esterno del sito. Gli scavi esplorativi hanno raggiunto profondità massima di 6,40 m, con una profondità media di 3 m circa;
- n° 9 sondaggi geognostici tramite carotaggio continuo a secco (dal n. SG1/03 al n. SG9/03).

Nel febbraio 2004 sono stati realizzati alcuni interventi ad integrazione delle attività investigative di caratterizzazione svolte in precedenza come prescritto dalla Conferenza dei Servizi del 04/12/2003.

Sono stati effettuati a riguardo:

- determinazione PCDD-PCDF nel rispetto dei limiti tab. 1A D.M. 471/99 nei campioni: SG7, SE12, SG3, SE4, SE22, SE6;
- determinazione amianto in 7 campioni;
- determinazioni analitiche di 6 campioni di fanghi (3 a monte e 3 a valle) del fiume Garza;
- determinazioni analitiche delle acque di falda al fine di verificare la presenza di cromo totale e cromo esavalente in PZ 1, PZ 3, PZ 4, PZ 5, PZ 6;
- misure di rateo di dose gamma;
- determinazioni IPA;
- realizzazione di n. 3 sondaggi a carotaggio continuo (S1, S2, S3) per ricostruire le sezioni di deposito delle scorie in corrispondenza dell'area adiacente al Torrente Garza;
- sondaggi S4 e S5 a carotaggio continuo per determinare metalli nell'area est retrostante la sede della società Oasi Immobiliare.

I valori di radiazione gamma misurati sull'area evidenziano l'assenza di differenze statisticamente significative tra le misure stesse e i valori del fondo di radiazione naturale.

L'area, a seguito della caratterizzazione, è risultata contaminata per la presenza nel sottosuolo di metalli, idrocarburi C > 12, PCB. Inoltre, nella porzione meridionale dell'area erano stati portati alla luce, fino ad una profondità superiore a -5,00 m da p.c., ingenti quantitativi di scorie di fonderia.

Nel settembre 2005 è stato presentato il progetto di bonifica, redatto ai sensi del D.M. 471/99, dell'area "ex AFIM" sita in Nave (BS). Oltre allo smaltimento di terreno scavato in idonee discariche esterne, il progetto prevedeva anche la realizzazione di una vasca di messa in sicurezza permanente.

Nell'ottobre 2006 Oasi Immobiliare S.r.l., proprietaria dell'area "ex AFIM", ha richiesto agli Enti competenti l'adeguamento del progetto di bonifica al nuovo D.Lgs. 152/06 e alle concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo stabilite dalla Colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale ed in seguito denominati solo "limiti residenziali") e dalla Colonna B (siti ad uso commerciale ed industriale ed in seguito denominati solo "limiti commerciali") della Tabella 1 dell'Allegato 5 - Parte Quarta e Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Il 14 febbraio 2007 è stato presentato quindi il documento "Relazione Tecnica per la rimodulazione degli obiettivi di bonifica ai sensi del D.Lgs. 152/06 del Progetto Definitivo di Bonifica con messa in sicurezza de sito ex AFIM di Nave (BS)". Tale adeguamento veniva approvato dagli Enti il 27 aprile 2007.

Nel marzo 2007 sono state recepite le prescrizioni degli Enti di controllo ed è stato presentato il documento: "Integrazioni al progetto definitivo di bonifica del sito "ex AFIM" ai sensi del D.M. 471/99 come da richiesta della Conferenza dei Servizi.

Le attività di cantierizzazione per la bonifica erano iniziate il 03 aprile 2007.

In data 16 luglio 2007, in contemporanea con le attività di demolizione e l'avanzamento degli scavi, sono stati eseguiti i primi collaudi nelle aree 1 e 4, così come denominate nel vecchio progetto di bonifica.

In data 8 novembre 2007 è stata collaudata dalla D.L. la particella denominata 2c-1 nel precedente progetto di bonifica.

Tra marzo 2008 e maggio 2008 sono state collaudate le aree denominate 2b, 2c e 2d a nord del Canale Minera.

L'Area 4 che era stata prima bonificata, è stata colmata nuovamente con il sottovaglio risultante dalla prima campagna di scavo dando luogo ad un'evidente difformità dalle indicazioni progettuali a suo tempo autorizzate; per tale motivo sono state realizzate n° 3 trincee (S1, S2, S3) per il prelievo di complessivi n° 6 campioni del materiale depositato in tale area.

In data 21 gennaio 2009 è stata eseguita un'ulteriore indagine geognostica di n° 3 sondaggi (S1, S2, S3) e n° 2 trincee (T1, T2) nelle sottoaree denominate 2b-5 e 2b-6.

Per quanto riguarda le acque di falda, le numerose campagne di campionamento effettuate nel tempo, hanno evidenziato un incremento delle concentrazioni di cromo esavalente nell'acquifero superficiale. Tale incremento, sulla base ai dati idrogeologici sito-specifici disponibili, non è mai stato riconducibile, in modo chiaro, alla contaminazione presente sull'area ex AFIM ed è tuttora oggetto dei lavori di un tavolo tecnico coordinato dal Comune di Nave e che riguarda diverse realtà presenti sul territorio comunale.

Poiché sul sito si erano registrati due superamenti consecutivi dei valori di cromo esavalente nelle acque di falda, la Provincia di Brescia aveva richiesto l'attivazione della barriera idraulica come da Progetto di Bonifica. Gli esperti geologi, che si erano succeduti alla compagine iniziale, avevano espresso forti dubbi sull'efficacia del funzionamento della barriera idraulica progettata stanti le condizioni geologiche ed idrogeologiche del sottosuolo. Gli automatismi previsti in sede autorizzativa hanno comunque prevalso e si richiesto comunque di procedere e nel novembre 2008 sono stati realizzati n° 2 pozzi barriera (Ps 1 e Ps 2) lungo confine meridionale dell'area. La barriera idraulica, come previsto, non ha funzionato e dopo solo poche ore di funzionamento i pozzi sono risultati in secca e l'intera opera è stata abbandonata.

Nell'ambito della caratterizzazione sono stati inoltre prelevati due campioni delle acque superficiali all'interno del Canale Minera, in cui sono stati misurati pH, materiale in sospensione e COD, e al fine di caratterizzare il Torrente Garza, adiacente all'area, sono stati campionati i fanghi di fondo dello stesso, a monte e valle idrologico dell'attività produttiva. Tali analisi condotte sui principali metalli, PCB e idrocarburi C>12 non hanno evidenziato criticità nelle acque superficiali.

A seguito dell'interruzione dei lavori di bonifica nell'estate del 2008 sono state effettuate varie campagne conoscitive sui cumuli presenti sull'Area 3, sia all'interno sia all'esterno della tensostruttura all'interno della quale avveniva la caratterizzazione dei rifiuti scavati, indagini volte a verificare esattamente la qualità dei materiali lasciati in sito e quello che poteva essere il loro possibile riutilizzo o la destinazione di smaltimento. Esisteva comunque già una caratterizzazione analitica dei materiali presenti nei cumuli effettuata durante le operazioni di bonifica tra la fine del 2007 ed il maggio del 2008, di cui gli Enti, giustamente, avevano richiesto una verifica in vista della revisione del progetto di bonifica. Questa seconda campagna è stata effettuata a fine settembre del 2008.

Inoltre, a seguito delle operazioni di rimozione della tensostruttura da parte della società che aveva effettuato le operazioni di scavo ed il rimaneggiamento della forma dei cumuli, operata durante le fasi di smontaggio, gli Enti hanno richiesto che venisse effettuata una nuova indagine analitica sui cumuli per verificarne nuovamente la qualità ed il fatto che non fossero state effettuate operazioni di miscelazione che avessero modificato la natura dei cumuli stessi. Tale verifica analitica è stata effettuata nel settembre 2009. I cumuli sono stati messi in sicurezza con un telo di protezione, più volte sostituito per il suo deterioramento, condizione in cui si trovano tuttora.

I risultati delle campagne analitiche effettuate sui cumuli sono riepilogate nelle tabelle dell'Allegato A01.

Nel corso del 2015 e del 2016 è stata condotta un'integrazione della caratterizzazione, approvata dalla Conferenza dei Servizi, che ha interessato il sottosuolo dell'Area 3 e lo strato superficiale di 5.000 m^3 depositato sull'Area 4, depositato sul materiale già collaudato a seguito di necessità logistiche occorse durante le ultime fasi operative della bonifica prima della sua interruzione.

Le analisi integrative sull'Area 3 erano mirate da un lato a verificare la qualità del materiale presente al di sotto della superficie dell'area, che è risultato più caratterizzato da materiale di riporto a fini di riempimento e realizzazione dei piazzali a servizio dell'acciaieria che non di materiale di scarto di quest'ultima; dall'altro di verificare la profondità e la qualità dello strato di terreno naturale al di sotto dello strato contaminato (soprattutto nella parte orientale dell'Area 3), importante per il calcolo dei volumi disponibili nel bacino di servizio alla bonifica che ci si proponeva di progettare per poter concludere le operazioni sulla ex Afim. Anche i risultati prelevati durante questa fase di caratterizzazione sono riportati nelle tabelle di Allegato A01.

1.7 Storico degli smaltimenti eseguiti finora

In base ai formulari ed alle relazioni dell'Ing. Peli sullo stato di avanzamento dei lavori è stato possibile ricostruire lo storico dei quantitativi di rifiuti e materiali, prodotti dalle operazioni di bonifica, che hanno abbandonato il sito ex AFIM tra il maggio 2007 ed il giugno 2008.

Nella Tabella 1-2 e nella Tabella 1-3 sono identificati tramite codice CER i tipi di smaltimenti effettuati in quel periodo.

Tabella 1-2: Descrizione e Codice CER dei rifiuti prodotti nell'area ex AFIM

CER	DESCRIZIONE RIFIUTO
13 05 02	fanghi di prodotti di separazione olio/acqua
15 01 06	imballaggi in materiali misti
15 02 03	assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 15 02 02
*16 07 09**	rifiuti contenenti altre sostanze pericolose
17 03 02	miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01
17 04 05	ferro e acciaio
*17 05 03**	Terre e rocce contenenti sostanze pericolose
17 05 04	terre e rocce diverse da quelle di cui alla voce 170503

17 09 04	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03
*19 13 01**	Rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, contenenti sostanze pericolose
19 13 02	rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, diversi da quelli di cui alla voce 19 13 01

Tabella 1-3: Elenco dei quantitativi dei rifiuti smaltiti sulla base dei codici CER - dati in tonnellate

	2007			2008		
CER	**luglio/agosto**	**settembre/ ottobre**	**novembre**	**febbraio**	**marzo/giugno**	**t totali per codice CER**
	ton					
130502		134	28		74,43	**236,43**
150106				8,55		**8,55**
150203		14				**14,00**
160709				97,85		**97,85**
170302				731,3	108	**839,30**
170405		52		30,28		**82,28**
170503*						**-**
170504	242,9	3.772		506,05	3.816	**8.336,95**
170904		660				**660,00**
191302			2.635	876,48	1.179	**4.690,48**
TOTALE	**242,90**	**4.632,00**	**2.663,00**	**2.250,51**	**5.177,43**	**14.965,84**

Nella Tabella 1-4, invece, sono mostrati i quantitativi di rifiuti che hanno abbandonato il sito, ma dei quali non si dispone di copia dei formulari (i dati sono stati desunti dalle fatturazioni).

Tabella 1-4: Elenco dei quantitativi di rifiuti smaltiti dei quali non si dispone di formulari

CER	PERIODO	t
170504	maggio/giugno 2007	29.00
	luglio/agosto 2007	163.00
	dicembre 2007	3.295.00
	gennaio 2008	4.923,50
191302	aprile/maggio/giugno 2008	1.274,04
TOTALE		**9.684,54**

Nella Tabella 1-5 sono sommati i quantitativi dei rifiuti prodotti e smaltiti nel sito ex AFIM nel periodo maggio 2007-giugno 2008 (dati bimestrali), per un totale di circa 24.650,38 t.

Tabella 1-5: Quantitativi totali di rifiuti smaltiti dal maggio 2007 al giugno 2008 nel sito ex AFIM

periodo	t
maggio/giugno 2007	29,00
luglio/agosto 2007	405,90
settembre/ottobre 2007	4.632,00
novembre/dicembre 2007	5.958,00
gennaio/febbraio 2008	7.174,01
marzo/aprile 2008	5.177,43
maggio/giugno 2008	1.274,04
TOTALE	**24.650,38**

Nel mese di ottobre 2008 sono iniziate le operazioni di carico e smaltimento del materiale classificato con CER 19.13.01* effettuato dalla Società Ladurner per conto della Pavoni S.p.A., che risulta la produttrice di tale partita di rifiuto, che ha operato con notifica di trasporto transfrontaliero n.IT 009440.

Il giorno 09 ottobre si è affiancata alla Ladurner, la ditta Markab (operante direttamente per conto di Oasi Immobiliare, produttrice di questa partita di rifiuti) che ha effettuato le operazioni di smaltimento del materiale utilizzando il codice CER 17.05.03*, con notifica di trasporto transfrontaliero n. IT 008132.

Le operazioni si sono concluse il giorno 24 ottobre 2008.

Nella Tabella 1-6 sono riportati i carichi complessivi smaltiti

Tabella 1-6: Quantitativi totali di rifiuti pericolosi smaltiti nell'ottobre 2008

CER	t
170503*	1.795,15
191301*	2.542,45
TOTALE	**4.337,60**

Pertanto, sommando tutti i contributi dovuti dai rifiuti considerando tutti i CER ed il periodo maggio 2007 – ottobre 2008 si ha un quantitativo di rifiuto smaltito nella fase operativa della bonifica pari a **28.987,98 t** (che considerando mediamente un valore di 1,6 t/m^3 corrispondono a circa **18.117,49 m^3**).

Tabella 1-7: Quantitativi totali di rifiuti smaltiti nell'ottobre 2008

codice CER	descrizione	quantità
		t
13.05.02	Fanghi prodotti dalla separazione olio e acqua	236,43
15.01.06	Imballaggi misti	8,55
15.02.03	Assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi	14,00
16.07.09*	Rifiuti contenenti altre sostanze pericolose	97,85
17.03.02	Miscela bituminosa	839,30
17.04.05	ferro e acciaio	82,28
17.05.03*	Terre e rocce contenenti sostanze pericolose	1.795,15
17.05.04	Terre e rocce	16.747,45
17.09.04	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	660,00
19.13.01*	Rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, contenenti sostanze pericolose	2.542,45
19.13.02	Rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni	5.964,52
	TOTALE SMALTITO	**28.987,98**

1.8 Difformità rispetto al progetto di bonifica autorizzato

Le attività di bonifica realizzate sull'area ex AFIM nel periodo aprile 2007 - 2008 presentavano alcune difformità con il Progetto di Bonifica Definitivo approvato dagli Enti di controllo.

Il progetto prevedeva delle attività per fasi, che comprendevano alcuni passaggi irrinunciabili, da realizzarsi secondo le seguenti priorità:

- bonificare e rendere disponibile l'Area 4;
- installare sull'Area 4 la tensostruttura per alloggiare i materiali scavati/demoliti durante le attività di bonifica, la piattaforma di stoccaggio temporaneo era stata progettata in modo tale da garantire l'isolamento tra il materiale inquinato e il terreno;
- realizzare un impianto di vagliatura a tre fasi (maglie a 50 mm, 20 mm e 5 mm) e posizionare il frantoio per i calcestruzzi;
- realizzare l'impianto di inertizzazione;

- predisporre la vasca di messa in sicurezza permanente in Area 3.

A proposito di quanto effettivamente realizzato, si sottolinea che:

- la tensostruttura è stata ubicata sull'Area 3 che doveva, invece, ospitare la zona di messa in sicurezza permanente;
- non è stato realizzato l'impianto di inertizzazione;
- la vagliatura è stata realizzata utilizzando una sola maglia, avente luce 50 mm, aumentando significativamente il volume di sottovaglio da smaltire.
- non è stata realizzata la vasca di messa in sicurezza permanente all'interno della quale dovevano essere stoccati i materiali inertizzati, oltre a quelli provenienti da demolizione e non riutilizzati, così come i terreni scavati e normativamente compatibili alla messa in sicurezza permanente.

La scelta di utilizzare una sola maglia di vagliatura, quella avente luce di 50 mm (5 cm) ha dunque aumentato la quantità di materiale da smaltire (sottovaglio), riducendo così la quantità di sopravaglio, cioè di materiale potenzialmente riutilizzabile. L'utilizzo di un vaglio a 3 stadi, come indicato nel Progetto Definitivo, era uno degli elementi chiave della gestione dell'intera attività di bonifica.

La diminuzione di quantitativi di materiali potenzialmente riutilizzabili (sopravaglio) e, di conseguenza, l'aumento di quelli da smaltire (sottovaglio) ha comportato da un lato la necessità di maggiori smaltimenti verso l'esterno con conseguenti maggiori costi e, dall'altro, una congestione delle aree operative del cantiere che ha contribuito al drastico rallentamento dei lavori ed infine alla loro sospensione.

Si ricorda che tra le difformità sono da annoverare sia la presenza dei cumuli esterni alla tensostruttura (oggetto di un'autorizzazione temporanea comunale, poi revocata), sia il deposito di materiale proveniente dalle attività di bonifica sull'Area 4.

2 IL COMPLETAMENTO DELLE OPERAZIONI DI BONIFICA

2.1 Considerazioni generali

Le operazioni di bonifica svoltesi nel corso del 2007 e del 2008 hanno comportato la realizzazione di importanti scavi nella parte nord del Canale Minera, area la cui destinazione urbanistica era prevista a residenziale/verde. Gli obiettivi di bonifica per tale area erano pertanto il conseguimento dei limiti di Colonna A, Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V, Parte IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006. Gli scavi realizzati, verificati nella campagna di collaudo effettuata dal Direttore dei Lavori allora incaricato, Ing. Gorio, non hanno raggiunto gli obiettivi in alcune aree interessate, che pertanto, secondo la normativa, devono essere sottoposte ad ulteriori operazioni di bonifica.

Le zone che sono state oggetto di scavo nell'Area a nord del Canale Minera hanno interessato le Aree denominate Area 1 e parte delle Aree 2a, 2b, 2c e 2d nel progetto approvato (Tavola T05).

Gli scavi hanno interessato una parte marginale della zona a sud del Canale Minera (Area 2d) nella zona più occidentale, ma la gran parte dell'area sud non è stata oggetto di intervento alcuno. Qui gli scavi di bonifica devono quindi essere ancora realizzati completamente.

La differenza nella situazione attuale, rispetto a quanto previsto dal progetto di bonifica approvato, risiede nel fatto che la destinazione d'uso di tutta la parte a sud del Canale Minera è passata da verde/residenziale a commerciale/industriale: è ora richiesto quindi il rispetto dei limiti di Colonna B (e non più di Colonna A), Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V, Parte IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006.

La parte di proprietà denominata Area 3, posta a sud lungo il Torrente Garza, durante le precedenti fasi della bonifica è stata interessata dal deposito temporaneo di numerosi cumuli di materiale scavato, classificato come rifiuto, destinato in parte a possibili riutilizzi come materiale di riempimento degli scavi ed in parte smaltito in quanto non conforme. L'interruzione delle operazioni di bonifica, nel 2008, ha comportato anche il fermo della ricollocazione e/o dello smaltimento dei cumuli; questi si ritrovano quindi, messi in sicurezza con coperture provvisorie, ancora presenti sull'Area 3. I cumuli dovranno essere rimossi e nella stessa Area 3 si dovranno realizzare ulteriori ingenti scavi di bonifica.

Inoltre, le operazioni di bonifica del 2008 hanno richiesto, per problemi logistici, che un volume di materiale (pari a circa 5.000 m^3 di riporti conformi ai limiti di Colonna B, Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V Parte IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006) fossero messi provvisoriamente a dimora nella parte centrale della porzione di proprietà denominata Area 4. Il materiale di riporto sottostante, già oggetto di collaudo con esito favorevole per gli obiettivi allora previsti (nella fascia centrale a destinazione commerciale/industriale, per via del futuro passaggio di una strada, nelle fasce laterali a destinazione verde/residenziale), è stato protetto mediante l'interposizione di un telo plastico di separazione. Oggi tutta l'Area 4 è a destinazione commerciale/industriale.

Nella Conferenza dei Servizi del 19.11.2014, relativa all'integrazione della caratterizzazione (richiesta dal Proponente per ottenere informazioni aggiuntive

finalizzate alla definizione di una soluzione per il completamento del progetto di bonifica), è stata prescritta un'indagine integrativa anche per l'Area 4, allo scopo di caratterizzare i riporti superficiali. Sono stati quindi prelevati campioni di riporti sui quali sono state effettuate analisi sul tal quale ai sensi del D.Lgs. 152/06, mirate alla verifica del rispetto della destinazione d'uso dell'area, e test di cessione secondo il D.M. 5 febbraio 1998, per il confronto con i limiti di cui alla Tabella 2 dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/06. I risultati di questa fase di caratterizzazione hanno evidenziato il mancato rispetto dei limiti della citata Tabella 2 in due dei 4 campioni. Ai sensi dell'art.3, comma 3 del Decreto Legge 69/2013 ("Decreto del fare"), "*le matrici materiali di riporto che non siano risultate conformi ai limiti del test di cessione sono fonti di contaminazione e come tali devono essere rimosse o devono essere rese conformi al test di cessione tramite operazioni di trattamento che rimuovono i contaminanti o devono essere sottoposte a messa in sicurezza permanente utilizzando le migliori tecniche disponibili e a costi sostenibili che consentono di utilizzare l'area secondo la destinazione urbanistica senza rischi per la salute*". Pertanto anche l'Area 4 dovrà essere oggetto degli interventi di bonifica.

Riepilogando gli interventi di bonifica ancora da realizzare (che saranno dettagliati nei Capitoli seguenti) si dovranno prevedere le seguenti operazioni:

- Approfondimenti degli scavi delle aree a nord del Canale Minera (Area 1 e parte delle Aree 2a, 2b, 2c, 2d) che non hanno conseguito gli obiettivi di bonifica durante le operazioni di collaudo del 2008;
- Realizzazione delle operazioni di scavo nelle porzioni che si trovano a sud del Canale Minera delle Aree 2a, 2b, 2c e 2d;
- Realizzazione delle operazioni di scavo di bonifica nell'Area 3;
- Collaudi di fondo scavo;
- Allestimento di un volume di messa in sicurezza permanente, in corrispondenza dell'Area 3;
- Messa in sicurezza permanente del materiale di riporto precedentemente steso sulla superficie dell'Area 4;
- Demolizione dei manufatti cementizi residui ancora presenti;
- Vagliatura e frantumazione dei materiali di risulta degli scavi e delle demolizioni;
- Rinterro parziale delle aree oggetto degli scavi di bonifica, dopo il loro collaudo, con materiale idoneo (proveniente dai cumuli insistenti sull'Area 3, dagli scavi o dal trattamento *on site* degli inerti);
- Smaltimento dei terreni e dei riporti contaminati (provenienti dai cumuli insistenti sull'Area 3, dagli scavi di bonifica o dal trattamento *on site* degli inerti) nel volume di messa in sicurezza permanente;

Il dettaglio delle varie operazioni di scavo e ricollocamento sarà descritto nei paragrafi seguenti, per la cui redazione si è tenuto in conto quanto previsto nel progetto di bonifica approvato, modificandolo all'occorrenza sulla base di quanto già realizzato, delle nuove informazioni acquisite e del cambio di destinazione d'uso sopravvenuto per

parte dell'area di proprietà. Tutto quanto non è stato modificato dalla presente variante, verrà realizzato secondo quanto previsto nel progetto autorizzato.

2.2 Approfondimento degli scavi nella parte a nord del Canale Minera (Aree 1 e 2)

Le operazioni di bonifica realizzate nel 2007 e nel 2008 hanno principalmente interessato la parte più a nord della proprietà, coincidente con la porzione a nord del Canale Minera. Gli obiettivi di bonifica dell'area erano quelli di Colonna A, Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V, Parte IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 per una destinazione residenziale/verde. Solamente per alcune porzioni, coincidenti con la viabilità prevista nel progetto urbanistico di sviluppo dell'area, era prevista una destinazione commerciale/industriale (Colonna B, Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V, Parte IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006). Recentemente, tuttavia, si è concordato con l'Amministrazione Comunale di portare tutta l'area a nord del Minera a destinazione Verde / Residenziale, tranne che per un tratto corrispondente all'impronta della viabilità principale (direzione nord-sud).

La porzione a nord del Canale Minera è stata scavata secondo profondità dal piano campagna uguali o addirittura maggiori, dove ritenuto necessario, a quelle indicate nel vecchio Progetto Definitivo di Bonifica.

La zona a nord del Canale Minera risulta costituita dalle seguenti aree e sottoaree:

- Area 1 (Sottoaree 1-1, 1-2 e 1-3);
- parte della Sottoarea 2a (particella 2a-1);
- parte della Sottoarea 2b (particelle 2b-3 e 2b-4, parte 2b-2 e 2b-6);
- parte della Sottoarea 2c (particelle da 2c-2 a 2c-9, parte 2c-1, 2c-10 e 2c-11);
- parte della Sottoarea 2d (particelle 2d-7, 2d-8, 2d-9, parte 2d-4 e 2d-6).

A seguito degli interventi di scavo per la bonifica dell'area a nord del Canale Minera, sono state eseguite le verifiche di collaudo.

Alcuni dei campioni prelevati non sono risultati conformi ai limiti fissati per le destinazioni d'uso previste nel vecchio Progetto di Bonifica.

Per quanto riguarda l'Area 1, la prima insieme all'Area 4 ad essere bonificata, il 16/07/2007 sono stati effettuati 15 campionamenti distribuiti in corrispondenza degli scavi eseguiti in fase di caratterizzazione denominati SE 24/03 (sottoarea 1-1), SE 13/03 (sottoarea 1-2) e SE 1/03 (sottoarea 1-3).

I collaudi effettuati sulle sottoaree 1-1 e 1-3 sono conformi alla destinazione industriale/commerciale, mentre quelli effettuati sulla 1-2 sono conformi alla destinazione verde/residenziale, come previsto dal progetto edilizio. Poiché il collaudo della sottoarea 1-1 ricade nell'ambito dell'impronta della viabilità principale, esso risulta ancora conforme agli obiettivi di bonifica. La sottoarea 1-3 risultava un tempo conforme ai limiti previsti dal precedente progetto di bonifica, mentre ora che gli

obiettivi sono stati modificati in residenziale/verde è necessario approfondire lo scavo delle pareti, per renderle conformi ai nuovi limiti.

Inoltre, per considerare conclusa l'indagine finalizzata al collaudo dell'intera Area 1, è necessario il prelievo dei campioni in corrispondenza della sottoarea 1-3, dove era stata rinvenuta la tubazione dell'ossigenodotto, la cui rimozione aveva portato alla luce un orizzonte di materiale nerastro – in seguito caratterizzato e smaltito come rifiuto - dello spessore di circa 30 cm, per una lunghezza di 15/20 m, orientato in senso est-ovest.

Tabella 2-1: Collaudi conformi e NON conformi (in rosso) per Area 1

Campione conforme	Certificato n. rapporto di prova	Destinazione d'uso
1-3 FS	4019/2007	verde/residenziale
1-3 parete nord	4020/2007	verde/residenziale
1-3 parete sud	4021/2007	verde/residenziale
1-3 parete ovest	4022/2007	verde/residenziale
1-3 parete est	4023/2007	verde/residenziale
1-2 SE13/03 FS	4024/2007	verde/residenziale
1-2 SE13/03 parete nord	4025/2007	verde/residenziale
1-2 SE13/03 parete sud	4026/2007	verde/residenziale
1-2 SE13/03 parete ovest	4027/2007	verde/residenziale
1-2 SE13/03 parete est	4028/2007	verde/residenziale
1-1 FS	4029/2007	industriale/commerciale
1-1 parete nord	4030/2007	industriale/commerciale
1-1 parete sud	4031/2007	industriale/commerciale
1-1 parete est	4032/2007	industriale/commerciale
1-1 parete ovest	4033/2007	industriale/commerciale

Tabella 2-2: Stima delle aree e dei volumi da scavare per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica in Area 1

Sotto aree da progetto	Riferimento su tavola 21c	Campione non conforme	lunghezza	larghezza	profondità stimata	Area (mq)	Volume (mc)	Contaminanti
Pareti								
1	1-3	1-3 parete nord	5	**0,5**	0,5	2,5	1,25	Pb, Zn
1	1-3	1-3 parete ovest	4	**0,5**	0,5	2	1	Co, Cr tot, Pb, Cu, Zn, PCB
1	1-3	1-3 parete sud	5	**0,5**	0,5	2,5	1,25	
1	1-3	1-3 parete est	4	**0,5**	0,5	2	1	Zn, PCB
TOTALE FONDO + PARETI						**9**	**4,5**	

La restante zona dell'area a nord del Canale Minera è costituita da parte delle sottoaree 2a, 2b, 2c e 2d.

Nella particella 2a-1, il campione AL1 parete ovest risulta non conforme per quanto riguarda i seguenti parametri: idrocarburi C>12, Pb, Zn e PCB.

Nella sottoarea 2b sono stati effettuati due scavi (BL1 e BL2) che risultano conformi alle destinazioni d'uso previste.

Parte della sottoarea 2c a nord del Canale Minera risulta ancora fortemente compromessa in quanto i collaudi CL1, CL2, CL3, CL4, CL5, CL6, CL7, CL11 e CL13 non sono conformi per i seguenti parametri: idrocarburi C>12, Pb, Cu, Zn, PCB.

Anche nella sottoarea 2d, i collaudi OFF1, DL3, DL4, DL5, DL6 non sono risultati conformi a causa delle concentrazioni residue di Co, Hg, Cr totale, Pb, Cu, Zn, PCB e idrocarburi C>12.

Il Direttore dei Lavori di bonifica ha restituito una planimetria dei collaudi effettuati con l'indicazione delle aree che non li hanno superati e redatto una tabella di riepilogo dei risultati analitici sui campioni prelevati (cfr. Tavola 21c del Giugno 2008 – "Planimetria aree collaudate al 31.05.2008 su base rilievo aggiornato", redatta da Studio Associato Ingegneria e Ambiente di Brescia). La posizione di tali collaudi è riportata in Tavola T07.

E' stata effettuata una verifica di conformità dei risultati ottenuti con i limiti previsti per l'ultima versione del progetto urbanistico. I superamenti di cui sopra tengono anche conto della ridefinizione degli obiettivi di bonifica per l'area a nord del Minera, con una restituzione complessiva a verde/residenziale, a meno dell'impronta della viabilità principale in direzione nord–sud.

In secondo luogo sono stati analizzati i superamenti, in numero e tipologia dei parametri coinvolti e in valore di concentrazione.

La quasi totalità dei campioni che non hanno superato i collaudi presenta concentrazioni comprese tra i limiti di Colonna A e Colonna B, cioè non conformi per la destinazione residenziale/verde prevista per la porzione a nord del Canale Minera, ma conformi alla destinazione commerciale/industriale prevista per la porzione a sud del Canale Minera.

Solamente tre campioni (precisamente il CL5 parete est, CL6 fondo scavo, e DL6 parete nord) hanno evidenziato superamenti per i limiti di Colonna B e pertanto tali terreni non possono trovare alcun riutilizzo all'interno dell'area.

L'inquinamento residuo più rilevante è stato riscontrato in corrispondenza dell'ex forno di fusione (sottoaree 2c-2, 2c-8, 2c-9, 2c-10 e 2c-11) e della zona 2d-7 e 2d-8, dove è stata rinvenuta una concentrazione di PCB pari a 21 mg/Kg, sensibilmente superiore ad ogni altro valore di PCB ritrovato nell'area e che sarà oggetto di verifica.

Una volta analizzate le concentrazioni ritrovate nei campioni che non hanno superato i collaudi è stata effettuata una stima delle aree che necessitano di ulteriore approfondimento degli scavi e delle ipotetiche profondità a cui bisogna spingersi per il raggiungimento degli obiettivi previsti. La stima si è basata anche sull'andamento della contaminazione ritrovata in sede di caratterizzazione iniziale dell'area.

I risultati della stima sono riportati nella Tabella 2-3 dove le dimensioni, la superficie e la profondità (e quindi il volume) dello scavo di approfondimento è stato valutato nell'intorno di ogni singolo campione che non ha superato la fase di collaudo.

Un sostanziale approfondimento è previsto solo per l'area intorno al punto di campionamento CL6 FS (2,5 m) e per la parete DL3 est, mentre per tutti gli altri punti l'approfondimento è limitato a circa 1 metro o meno.

L'area più vasta che necessita di approfondimento è quella nell'intorno del punto di prelievo CL11 FS con circa 607 m^2, mentre il volume massimo ancora da scavare si trova intorno a CL6 FS con 1.125 m^3.

Complessivamente è stata stimata un'area interessata dagli scavi di approfondimento di circa 4.129 m^2, a cui corrisponde un volume stimato di circa 4.137 m^3.

Di tale volume di materiali, circa 2.592 m^3 sono costituiti da terreni che potrebbero essere riutilizzati nella porzione di proprietà a sud del Canale Minera, perché conformi ai limiti di Colonna B.

Approssimativamente 1.545 m^3 sono invece costituiti da materiali con concentrazioni superiori ai limiti di Colonna B (in rosso nella tabella), che dovranno pertanto trovare posto nel volume di messa in sicurezza permanente, previo trattamento di vagliatura con separazione delle frazioni grossolane.

Tabella 2-3 Stima delle aree e dei volumi da scavare nella porzione dell'Area 2 a nord del Canale Minera per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica

Sottoarea:	Riferimento su tavola 21c	Campione non conforme	Profondità stimata (m)	Area (m^2)	Volume (m^3)	Contaminanti
Fondo scavo						
2c-5/6	CL 11	CL11fs	1	607,5	608	Idrocarburi Pb, Cu, Zn, PCB
2c-7	CL2	CL2fs sud	1	588	588	Idrocarburi Pb, Cu, Zn, PCB
2c-8/9	CL6	CL6 fs	2,5	450	**1125**	**idrocarburi e PCB**
2c-2/8/9/10/11	CL5	CL5 fs+ parete est	1	405	**405**	**idrocarburi, Pb, Zn**
2c-10	CL1	CL1 fs	1	308	308	Idrocarburi Pb, Zn, PCB
2d-4/6	DL3	DL3 fs	0,5	146	73	Idrocarburi
2d-7	DL1	DL1 fs	0,5	768	384	Sb
2d-9	DL4	DL4fs	0,5	607	304	Sb
				3.880	**3.794**	
Pareti						
2b-4	BL2	BL2 parete nord	1	42	42	Pb, Zn
2c-3	CL4	CL4 parete nord	0,5	40	20	Pb, Zn
2c-3	CL4	CL4 parete ovest	0,8	25,2	20	Idrocarburi Cr tot, Zn, PCB
2c-3	CL3	CL3 parete ovest	2,5	28,8	72	Idrocarburi
2c-6	CL13	CL13 parete nord	0,8	9	7	Idrocarburi Pb, Zn, PCB
2c-2/8	CL7	CL7 parete est	0,8	8,1	6	idrocarburi, Zn
2c-2/8/9/10/11	CL5	CL5 parete nord	0	0	0	già compresi negli scavi di fondo
2c-2/8/9/10/11	CL5	CL5 parete sud	0	0	0	già compresi negli scavi di fondo
2c-2/8/9/10/11	CL5	CL5 parete est	0	0	0	già compresi negli scavi di fondo
2c-9/11	AL1	AL1 parete ovest	4	20	80	idrocarburi, Pb, Zn, PCB
2d-7	DL6	DL6 nord	1,25	12	**15**	**PCB**
2d-7	DL6	DL6 ovest	1,8	6	11	idrocarburi, Pb, Cu, Zn, PCB
2d-7	DL1	DL1ovest	1	2,2	2	Sb
2d-7/8	DL3	DL3 ovest	1	9	9	Hg, Zn, PCB
2d-8	OFF1	OFF1 parete est-nord	0,6	12	7	idrocarburi e PCB
2d-8	OFF1	OFF1 parete est-sud	0,75	1,6	1	idrocarburi
2d-7/9	DL3	DL3 ovest bis	1	2,25	2	idrocarburi
2d-7/10	DL3	DL3 est	2	7,2	14	Zn, PCB
2d-9	DL5	DL5 ovest	1,6	10,35	17	Co, Cr tot, Pb, Cu, Zn. PCB
2d-9	DL5	DL5 est	1,2	5,4	6	Zn, PCB
2d-9	DL4	DL4 ovest	1,4	2,5	4	PCB
2d-9	DL4	DL4ovest	1,2	2,55	3	Sb
2d-9	DL4	DL4est	1,1	3	3	Sb
				249	**343**	
		TOTALE FONDO + PARETI		**4.129**	**4.137**	

In rosso nella Tabella sopra riportata sono i volumi ed contaminanti per cui non risultano rispettati i Limiti di Colonna B.

Nella Tabella precedente sono evidenziate in azzurro le sottoaree che risultano non conformi per il solo parametro Antimonio, con concentrazioni di poco superiori al limite di Colonna A (CLA Sb = 10 mg/kg, valori riscontrati 10,2-10,5 mg/kg). In questi punti risulta opportuna una nuova verifica delle concentrazioni, prima di procedere all'ampliamento degli scavi. In caso di conformità, il materiale oggetto di scavo (riutilizzabile comunque nelle aree a destinazione commerciale/industriale) si ridurrebbe di circa 696 m^3.

2.3 Gli scavi nella parte a sud del Canale Minera – Area 2.

La zona a sud del Canale Minera risulta costituita dalle seguenti sottoaree e particelle:
- parte della Sottoarea 2a (particelle da 2a-2 a 2a-5);
- parte della Sottoarea 2b (particelle 2b-1, 2b-2, 2b-5, 2b-6, 2b-7 e 2b-8);
- parte della Sottoarea 2c (particelle da 2c-12 a 2c-16, parte 2c-1, 2c-10 e 2c-11);
- parte della Sottoarea 2d (particelle 2d-1, 2d-2, 2d-3, 2d-5, parte 2d-4 e 2d-6).

In questa zona si concentravano le principali attività dell'ex-stabilimento produttivo, dove erano presenti:

- lungo il confine ovest di tutta l'area, l'impianto di depurazione delle acque del laminatoio;
- al centro il reparto laminatoio, con le gabbie ed il forno di riscaldo, il reparto acciaieria, con la colata continua, le 2 vasche del parco rottame e il deposito della calce;
- lungo il confine est l'impianto di depurazione delle acque dell'acciaieria, l'impianto di abbattimento dei fumi e la sottostazione elettrica.

L'area a sud del Canale Minera risulta attualmente scavata soprattutto nella zona centrale (ex forno di colata continua) e nella parte ovest (ex gabbie di laminazione). La rimozione di parte della pavimentazione del capannone ha portato alla luce diverse strutture in cemento armato e alcuni cunicoli sotterranei che collegavano un reparto all'altro.

La presenza di numerose strutture interrate in calcestruzzo ha compromesso l'avanzamento delle operazioni di bonifica, poiché nel Progetto Definitivo del 2005 erano state sottostimate le quantità di demolizioni da effettuare.

Pertanto, le operazioni vere e proprie di scavo di bonifica nelle porzioni meridionali delle Aree 2a, 2b, 2c e 2d, devono essere ancora svolte quasi integralmente.

Per la stima dei volumi da scavare ci si è avvalsi delle seguenti fonti:

- del Progetto approvato è stata mantenuta la definizione delle Aree e delle Sottoaree, apportando alcune correzioni per tenere conto del passaggio dalla destinazione residenziale/verde (in vigore al momento dell'approvazione del progetto) alla destinazione commerciale/industriale (in vigore oggi);
- il materiale relativo alle fasi di caratterizzazione dell'area del 2003/2004, incluse fotografie, stratigrafie e certificati analitici;
- il materiale utile prodotto durante di bonifica effettuata nel 2007/2008;
- le informazioni derivanti dalle successive fasi di integrazione della caratterizzazione, effettuate nel 2009 e nel 2015/2016.

Per ciascuna delle sottoaree individuate nel progetto di bonifica approvato sono state stimate le porzioni interessate dagli scavi e la loro profondità e, quindi, sono stati valutati il volume e la concentrazione attesa dei contaminanti nel materiale scavato, per la definizione della sua destinazione.

Secondo quanto riportato dal progetto autorizzato, è stata mantenuta la suddivisione tra aree pavimentate in calcestruzzo e le altre aree (asfaltate o non pavimentate), in

quanto lo spessore della pavimentazione risulta importante (in genere ≥ 30 cm) e in grado di influire significativamente nel calcolo dei volumi oggetto di scavo.

In base alla somma degli scavi previsti (T

Sottoarea:		Profondità stimata (m)	Area (m^2)	Volume (m^3)	Destino dei materiali (m^3)		Note
					vagliatura/smaltimento	riutilizzo	
2a	2a-2	0,7	266	186	133	53	Area tra vasca parco rottami
	2a-3	0,5	714	357	143	214	Parco Rottame Centro
	2a-3 bis	5	100	500	150	350	Area rinterro est Vasca rottam
	2a-4	0,7	175	123	123		Area tra vasca parco rottami
	2a-5	0,8	410	328	328		Vasca Rottame SUD
	2a-5 bis	5	77	385	116	269	Rinfranco lati lunghi vasca rot
2b	2b-1	0,2	516	103	103		Parte pavimentata con CLS (a
	2b-1 bis	0,4	167	67	67		Parte asfaltata (area triangola
	2b-2	0,4	738	295	295		Parte asfaltata
	2b-2 bis	0,2	150	30	30		Parte pavimentata
	2b-5	5	782	3910	3910		Abbattimento fumi
	2b-6	0,4	554	222	222		Parte asfaltata
	2b-6 bis	0,2	110	22	22		Parte pavimentata
	2b-7	0,4	383	153	153		Parte asfaltata
	2b-7 bis	0,2	416	83	83		Parte pavimentata
	2b-8	0,4	786	314	314		Parte asfaltata
	2b-8 bis	0,2	128	26	26		Parte pavimentata
2c	2c-10	0,7	204	143	143		Parte asfaltata Da valutare pr
	2c-10 bis	0,5	93	47	47		Parte pavimentata Da valutar
	2c-11	0,7	336	235	235		Parte asfaltata Da valutare pr
	2c-11 bis	0,5	24	12	12		Parte pavimentata Da valutar
	2c-12	0,5	725	363	363		Da valutare profondità inquin
	2c-13	0	658	0			Rimuovere solo la pavimentaz
	2c-14	0,5	555	278	278		Da valutare profondità inquin
	2c-15	1,4	639	895	895		Profondità media (0,8 m - 1,7
	2c-16	1,4	603	844	844		
2d	2d-1	5	425	2125	2125		Raggiunto fondo contaminazi
	2d-2	1,2	755	906	906		Da valutare profondità inquin
	2d-3	3	727	2181	2181		Profondità media (2,5 m - 3,5
	2d-3 bis	0,5	260	130	130		
	2d-4	0	348	0			Parte già scavata
	2d-5	0	683	0			Rimuovere solo la pavimentaz
	2d-6	0,5	491	246	246		Da valutare profondità inquin
			TOTALE	15.507	14.620	887	

Tabella 2-4) si stima un valore complessivo per l'Area 2 pari a circa 15.507 m^3.

Per alcune aree come la 2c-10, 2c-11, 2c-12, 2c-14, 2d-2, 2d-6, le informazioni derivanti dalla fase di caratterizzazione sono limitate se non del tutto assenti. Per tali aree si sono considerate le medesime profondità di scavo del progetto definitivo approvato, eventualmente ridotte proporzionalmente, dove la caratterizzazione aveva fornito informazioni tali da poter approfittare del cambio di destinazione d'uso da residenziale/verde a commerciale/industriale. In ogni caso, le reali profondità andranno verificate in campo. Il numero indicato si ritiene comunque cautelativo.

Nel Capitolo 3 verranno illustrate le concentrazioni di inquinanti dei campioni derivanti dalle differenti sottoaree. Si anticipa, nel presente paragrafo, che dei 15.507 m^3 di terreni e riporti da scavare nell'Area 2 a sud del Canale Minera, circa 14.620 m^3 dovrebbero essere destinati a trattamento di vagliatura, mentre 887 m^3 circa sarebbero immediatamente destinabili a recupero. Le frazioni grossolane prodotte dal trattamento (sopravaglio, stimato in circa 3.000 m^3) dovrebbero anch'esse essere

compatibili con il recupero in sito, mentre il sottovaglio sarebbe destinato allo smaltimento nell'ambito del volume di messa in sicurezza permanente da realizzare nell'Area 3.

Sottoarea:		Profondità stimata (m)	Area (m^2)	Volume (m^3)	Destino dei materiali (m^3)		Note
					vagliatura/smaltimento	riutilizzo	
2a	2a-2	0,7	266	186	133	53	Area tra vasca parco rottami Nord e Centro (sud Minera)
	2a-3	0,5	714	357	143	214	Parco Rottame Centro
	2a-3 bis	5	100	500	150	350	Area rinterro est Vasca rottame Centro
	2a-4	0,7	175	123	123		Area tra vasca parco rottami Centro e Sud
	2a-5	0,8	410	328	328		Vasca Rottame SUD
	2a-5 bis	5	77	385	116	269	Rinfranco lati lunghi vasca rottame sud
2b	2b-1	0,2	516	103	103		Parte pavimentata con CLS (area triangolare di 14x98 m totale)
	2b-1 bis	0,4	167	67	67		Parte asfaltata (area triangolare di 14 x 98 m totale)
	2b-2	0,4	738	295	295		Parte asfaltata
	2b-2 bis	0,2	150	30	30		Parte pavimentata
	2b-5	5	782	3910	3910		Abbattimento fumi
	2b-6	0,4	554	222	222		Parte asfaltata
	2b-6 bis	0,2	110	22	22		Parte pavimentata
	2b-7	0,4	383	153	153		Parte asfaltata
	2b-7 bis	0,2	416	83	83		Parte pavimentata
	2b-8	0,4	786	314	314		Parte asfaltata
	2b-8 bis	0,2	128	26	26		Parte pavimentata
2c	2c-10	0,7	204	143	143		Parte asfaltata Da valutare profondità inquinamento
	2c-10 bis	0,5	93	47	47		Parte pavimentata Da valutare profondità inquinamento
	2c-11	0,7	336	235	235		Parte asfaltata Da valutare profondità inquinamento
	2c-11 bis	0,5	24	12	12		Parte pavimentata Da valutare profondità inquinamento
	2c-12	0,5	725	363	363		Da valutare profondità inquinamento
	2c-13	0	658	0			Rimuovere solo la pavimentazione - no scavi
	2c-14	0,5	555	278	278		Da valutare profondità inquinamento
	2c-15	1,4	639	895	895		Profondità media (0,8 m - 1,7 m da pc)
	2c-16	1,4	603	844	844		
2d	2d-1	5	425	2125	2125		Raggiunto fondo contaminazione
	2d-2	1,2	755	906	906		Da valutare profondità inquinamento
	2d-3	3	727	2181	2181		Profondità media (2,5 m - 3,5 m da pc) - in parte già scavato
	2d-3 bis	0,5	260	130	130		
	2d-4	0	348	0			Parte già scavata
	2d-5	0	683	0			Rimuovere solo la pavimentazione
	2d-6	0,5	491	246	246		Da valutare profondità inquinamento
			TOTALE	**15.507**	**14.620**	**887**	

T

Tabella 2-4 Stima delle aree e dei volumi da scavare nella porzione a sud del Canale Minera - Area 2 per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica

.

2.4 Gli scavi nella parte a sud del Canale Minera – Area 3

L'Area 3, una delle zone più contaminate della proprietà, in alcuni punti fino alla profondità di 6 m da p.c., non è stata oggetto di alcuna attività di scavo nel corso dei lavori di bonifica del 2007/2008.

La contaminazione non è dovuta in generale a fenomeni direttamente generati dall'attività della ex acciaieria AFIM, bensì ai riempimenti effettuati con materiale eterogeneo, e non conforme ai limiti di legge, per la realizzazione di piazzali di transito a servizio dell'acciaieria e per l'ampliamento dei suoi capannoni.

Secondo il progetto di bonifica autorizzato, l'Area 3 avrebbe dovuto ospitare un volume di messa in sicurezza permanente. Tale presidio non è stato tuttavia realizzato, e l'area si trova ancora nel suo stato pre-bonifica e per di più ingombra di cumuli di materiali derivanti dalle operazioni di scavo e selezione, rimasti in loco all'interruzione delle operazioni di bonifica. La quantificazione del volume dei cumuli e la loro caratterizzazione è stata oggetto di differenti campagne conoscitive effettuate negli anni. I risultati di tali campagne hanno permesso di individuare le possibilità di riutilizzo dei materiali o il loro destino di smaltimento, come descritto al Paragrafo 2.7.

In alcune zone dell'Area 3 si rinvengono spessi riporti di materiale di demolizione, probabilmente impiegato come materiale di fondo per le piste del precedente cantiere di bonifica.

La presente variante di progetto mantiene la collocazione del volume di messa in sicurezza permanente nell'ambito dell'Area 3. Rispetto al progetto approvato, si introducono tuttavia alcune varianti:

- Le dimensioni in pianta della vasca sono significativamente superiori a quelle previste nel progetto approvato, fino a ricomprendere la totalità dell'Area 3 (fatta salva una fascia perimetrale) e una parte (la più meridionale) dell'Area 2;
- La profondità dello scavo per la realizzazione del volume di messa in sicurezza permanente è ora prevista pari a 5 m (cfr. Paragrafi 4.2 e 4.4) da piano campagna, per tutta l'estensione della vasca; la porzione non contaminata del materiale oggetto di scavo sarà utilizzata per i rinterri degli scavi di bonifica nelle aree a nord del Canale Minera;
- Nello spigolo sud-ovest dell'Area 3 la contaminazione raggiunge la profondità di almeno 6 m da p.c., molto maggiore rispetto al fondo previsto per il volume di messa in sicurezza permanente. A differenza di quanto previsto nel progetto di bonifica approvato, la presente proposta di variante prevede lo scavo di tutti i terreni e i riporti contaminati, anche se localizzati a notevole profondità. Tutti gli scavi di bonifica verranno effettuati prima della realizzazione dei corrispondenti lotti del bacino destinato allo smaltimento. I volumi scavati eccedenti la sagoma del volume di messa in sicurezza permanente verranno riempiti con materiale conforme alla locale destinazione d'uso (nel caso dello spigolo sudoccidentale dell'area, Colonna B). Non vi saranno dunque porzioni residue della contaminazione lasciate in posto, come prevedeva il progetto autorizzato.

Sulla base della caratterizzazione dell'area effettuata nel 2003/2004, e delle successive indagini integrative, si può ipotizzare la necessità di scavo di terreni contaminati riportata in Tabella 2-5:

Tabella 2-5 Stima delle aree e dei volumi da scavare nella porzione a sud del Canale Minera - Area 3 per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica

Sottoarea:	Profondità stimata (m)	Area (m^2)	Volume (m^3)	Destino dei materiali (m^3)		Note
				vagliatura/smaltimento	riutilizzo	
3-1	6,0	264	1584	1584		Riporto fino a 5,1 m da pc
3-2	5,0	541	2705	2705		
3-3	5,0	858	4290	4290		
3-4	6,0	796	4776	4776		Riporto fino a 6 m da pc
3-5	6,0	953	5718	5718		Riporto fino a 4,5 m da pc
3-6	5,5	633	3482	3482		Riporto fino a 5,5 m d pc
3-7	4,0	1113	4452	4452		
3-8	3,0	1107	3321	3321		Riporto fino a 3 m da pc
3-9	3,0	1265	3795	3795		Riporto fino a 3 m da pc
3-10	2,0	751	1502	1502		Riporto fino a 2 m da pc
3-11	2,0	768	1536	1536		
3-12	2,0	829	1658	1492	166	Riporto fino a 1,4/1,8 m da pc
3-13	2,0	889	1778	889	889	Riporto fino a 1/1,8 m da pc
3-14	1,5	456	684	684		Riporto fino a 1,4/1,8 m da pc
3-14 bis	1,2	348	418	418		Riporto fino a 1,4/1,8 m da pc
3-15	1,0	372	372	372		Riporto fino a 1 m da pc
3-15 bis	0,0	537	0			Terreno naturale
fascia muro			832	832		
	TOTALE	**12.480**	**42.902**	**41.847**	**1.055**	

In base alla somma degli scavi previsti (Tabella 2-5) si stima un valore complessivo per l'Area 2 pari a circa 42.902 m^3.

Dei 42.902 m^3 di terreni e riporti da scavare nell'Area 3, circa 41.847 m^3 dovrebbero essere destinati a trattamento di vagliatura, mentre 1.055 m^3 circa sarebbero immediatamente destinabili a recupero. Le frazioni grossolane prodotte dal trattamento (sopravaglio, stimato in circa 8.370 m^3) dovrebbero anch'esse essere compatibili con il recupero in sito, mentre il sottovaglio sarebbe destinato allo smaltimento nell'ambito del volume di messa in sicurezza permanente da realizzare nell'Area 3.

2.5 Gli scavi nella parte a sud del Canale Minera – Area 4

L'Area 4, parte della proprietà ex Afim, ora Oasi Immobiliare S.r.l., è stata acquistata alla fine degli anni '90 a titolo di investimento, e nel caso servisse un'area di ampliamento dell'impianto di acciaieria. Tale area tuttavia non è mai entrata a far parte dell'impianto ed è rimasta da esso fisicamente separata da una recinzione in muratura. In passato dei terzi locatari hanno condotto sull'area un'attività di deposito di materiale edile.

L'area è già stata oggetto di caratterizzazione e di bonifica, relativamente allo strato di riporti utilizzato come materiale di regolarizzazione e di sottofondo per la superficie destinata a piazzale e a deposito, risultato non conforme alla destinazione d'uso

urbanistica. L'Area 4 è stata infatti la prima su cui si è intervenuti con gli scavi volti al raggiungimento degli obiettivi di bonifica.

In data 16/07/07 sono stati effettuati 14 campionamenti nelle sottoaree 4-1, 4-2, 4-3, 4-4. Dalle determinazioni analitiche eseguite risultavano non conformi 4 campioni: parete sud 1 (cert. 4041/2007) e parete sud 3 (cert. 4043/2007) della sottoarea 4-1, parete nord 1 (cert. 4045/2007) e parete nord 3 (cert. 4047/2007) della sottoarea 4-4. In seguito a queste evidenze, sono stati effettuati ulteriori scavi, e in data 04/10/07 (cert. 6042/2007 e 6043/2007) e 06/02/08 (cert. 818/2008 e 819/2008) sono stati ripetuti i campionamenti di collaudo che hanno confermato il raggiungimento degli obiettivi di bonifica (Tabella 2-6).

Tabella 2-6: Collaudi conformi Area 4

Campione conforme	Certificato n. rapporto di prova	Destinazione d'uso
4-2 FS est	4034/2007	*industriale/commerciale*
4-3 FS	4035/2007	*industriale/commerciale*
4-1 FS est -1,5 m	4036/2007	verde/residenziale
4-4 FS est	4037/2007	verde/residenziale
4-2 FS ovest	4038/2007	*industriale/commerciale*
4-1 FS ovest -1 m	4039/2007	verde/residenziale
4-4 FS ovest	4040/2007	verde/residenziale
4-1 parete sud 2	4042/2007	verde/residenziale
4 parete ovest	4044/2007	verde/residenziale
4-4 parete nord 2	4046/2007	verde/residenziale
4-4 parete nord 3 ampl. A	6042/2007	verde/residenziale
4-4 parete nord 1 ampl. A	6043/2007	verde/residenziale
4-1 parete sud 1 ampl. bis	818/08	verde/residenziale
4-1 parete sud 3 ampl. bis	819/08	verde/residenziale
SV 4-1	5085/2007	verde/residenziale
SV 4-2 ovest	5086/2007	*industriale/commerciale*
SV 4-2 est	5088/2007	*industriale/commerciale*
SV 4-3	5087/2007	*industriale/commerciale*

L'Area 4 risultava allora ribassata di circa 3 m rispetto al resto della ex AFIM. Dopo l'esecuzione dei collaudi per la bonifica dell'Area 4, sul sito sono stati ricollocati circa 16.000 m^3 di materiale collaudato e giudicato conforme, i cui certificati erano stati tutti inviati alla Provincia di Brescia. Le evidenze di tale ritombamento si ritrovano nella documentazione predisposta dal direttore dei lavori, Ing. Gorio, e consegnata a suo tempo agli Enti, qui di seguito riepilogata in Tabella 2-7.

Tabella 2-7 Riutilizzo materiali in Area 4 – Fonte Ing. Carlo Gorio Direttore Lavori

	Materiale	n. certificato	Verbale comunicazione a Provincia	Tipologia materiale (D = demolizione T=terreno)	Volume (mc)	Analisi per conformità	Area riutilizzo
1	Cumulo C2 (area 2c)	5175-5248/07	19/11/2007	D	1263	t.q. sul fineTab 1/B 152/06; sul gross.t.cess. DM 186/06	4-1 e 4-4
2	Cumulo 2c	5430-5432/07	02/10/2007	D	830	t.q. sul fineTab 1/B 152/06; sul gross.t.cess. DM 186/07	Area 4
3	Cumulo 2d zona A = 2d-bis	7297-7298/07	11/12/2007	D	1094	t.q. sul fineTab 1/B 152/06; sul gross.t.cess. DM 186/07	Area 4
4	Soperavaglio 2d-7 Ovest	496/08	25/01/2008	D	550	sul gross.t.cess. DM 186/08	Area 4
5	Sottovaglio demolizioni 2d-7 Ovest	420-423/08	28/01/2008	T	400	Tab 1/B 152/06;	4-2 e 4-3
6	Sottovaglio demolizioni 2d-tris	510-512/08	05/02/2008	T	390	Tab 1/B 152/06;	4-2 e 4-3
7	Sopravaglio terre 2d 5-6-7	419-422/08	28/01/2008	D	800	sul gross.t.cess. DM 186/08	4-2 e 4-3
8	Sottovaglio 4-1	4240/07	19/09/2007	T	1100	Tab 1/A 152/06;	4-1 e 4-4
9	Sottovaglio 4-3	4241/07	19/09/2007	T	625	Tab 1/B 152/06;	4-2 e 4-3
10	Sottovaglio 4-4	4239/07	19/09/2007	T	900	Tab 1/B 152/06;	4-2 e 4-3
11	Cumulo 2c-10-14	779-783/08	11/02/2008	D	641	t.q. sul fineTab 1/B 152/06; sul gross.t.cess. DM 186/06	2c-1 e Area 4
12	Cumulo B (scavo area 2c)	1972-1984/08	17/04/2008	T	352	DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
13	Cumulo C (scavo area 2c)	1973-1985/08	17/04/2008	T	747	DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
14	Cumulo D (scavo area 2c)	1969-1981/08	17/04/2008	T	491	DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
15	Cumulo E (scavo area 2c)	1975-1987/08	17/04/2008	T	778	DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
16	Cumulo C1 (scavo area 2c)	1967-1979/08	17/04/2008	T	4064	DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
17	Cumulo C2 (scavo area 2c)	1964-1976/08	17/04/2008	T		DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
18	Cumulo C3 (scavo area 2c)	1965-1977/08	17/04/2008	T		DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
19	Cumulo C4 (scavo area 2c)	1966-1978/08	17/04/2008	T		DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
20	materiale adiacente cisterna area 2d (box 9-10a)	1968-1980/08	17/04/2008	T	600	DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
21	scavo area 2a-1 (box 10b)	1974-1986/08	17/04/2008	T	100	DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
22	scavo area 2c (box 1a)	1971-1983/08	17/04/2008	T	150	DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
23	scavo area 2a-1 (box 5)	1970-1982/08	17/04/2008	T	300	DM 03/08/05 Tab. 2 e 3	Area 4
				TOTALE	**16175**		

Nel corso delle attività di bonifica del 2008 il Direttore dei Lavori, Ing. Gorio, aveva successivamente chiesto di poter mettere a dimora provvisoriamente nell'Area 4 alcuni materiali provenienti dagli scavi di bonifica, per risolvere alcuni problemi contingenti, logistici e di movimentazione. Il 25 marzo 2008 il Comune di Nave (prot. 4837/VI.09) aveva quindi rilasciato un'autorizzazione temporanea per lo stoccaggio di "terreni derivanti dagli scavi della zona di collaudo – Area 2" (5.000 m^3) con specifiche prescrizioni e indicazioni.

I materiali sono stati dunque messi a dimora partendo dal confine con l'Area 3 della ex AFIM e occupando principalmente la porzione centrale dell'Area 4, con uno spessore variabile da pochi centimetri fino a 1,20 m. Questi riporti sono stati separati dai materiali messi a dimora in precedenza mediante l'interposizione di un manto in LDPE.

L'autorizzazione del riporto è stata revocata dal Comune in data 11 aprile 2008 (prot. 6022/VI.09) *"(…) stante il permanere della situazione di deposito di quantitativi notevoli di materiali senza che vi siano smaltimenti tali da permettere una gestione corretta del cantiere (…)".* La successiva interruzione delle attività di bonifica ha causato tuttavia la permanenza in sito del materiale "provvisoriamente" depositato. Come è accaduto per i cumuli presenti sull'Area 3, dunque, anche i materiali disposti sull'Area 4 rimangono ancora in sito.

In data 20 gennaio 2016, su richiesta della Conferenza dei Servizi indetta per discutere la proposta di indagini integrative, sono state eseguite da C.R.C. S.r.l. 3 trincee (S1, S2, S3) per il prelievo di 6 campioni del materiale appena descritto. I risultati delle analisi chimiche hanno evidenziato il superamento dei limiti per la destinazione a verde pubblico/privato (Colonna A), ma non per la destinazione d'uso industriale/commerciale (Colonna B).

All'epoca (2005/2006) della redazione del progetto definitivo di bonifica autorizzato, la destinazione d'uso era commerciale/industriale nella fascia centrale (vi era prevista una strada comunale) e residenziale/verde nelle fasce laterali. Attualmente, invece, tutta l'area ha destinazione commerciale/industriale e i limiti di riferimento sono quelli di Colonna B: i riporti esistenti risultano quindi conformi, per quanto riguarda le analisi sul tal quale.

La nuova caratterizzazione, tuttavia, doveva valutare i riporti ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs 152/06, così come modificato dal "Decreto del fare" (D.L. 69/13): per poter essere lasciati in loco, i riporti dovevano rispettare anche i limiti imposti per la tutela delle acque sotterranee (Tabella 2, Allegato 5 al Titolo V, Parte quarta, D.Lgs. 152/06) con i relativi test di cessione. I risultati di questa fase di caratterizzazione hanno evidenziato tuttavia il mancato rispetto di tali limiti in 2 dei 4 campioni. Pertanto il materiale in questione non può essere semplicemente lasciato nella sua attuale collocazione. Ai sensi dell'art.3, comma 3, del D.L. 69/13: "*le matrici materiali di riporto che non siano risultate conformi ai limiti del test di cessione sono fonti di contaminazione e come tali devono essere rimosse o devono essere rese conformi al test di cessione tramite operazioni di trattamento che rimuovono i contaminanti, o devono essere sottoposte a messa in sicurezza permanente utilizzando le migliori tecniche disponibili e a costi sostenibili che consentono di utilizzare l'area secondo la destinazione urbanistica, senza rischi per la salute*". Si prevede pertanto una messa in sicurezza permanente dell'area.

Il test effettuato su un campione dei riporti precedenti, al di sotto del riporto superficiale, ha fornito invece risultati conformi ai limiti per la protezione delle acque sotterranee.

Il progetto di sviluppo urbanistico dell'area prevede la realizzazione di una strada lungo la fascia centrale dell'Area 4, che secondo le intenzioni delle amministrazioni pubbliche potrebbe interessare anche un livello intercomunale. Le quote dell'Area 4 dovrebbero quindi essere raccordate con quelle dell'adiacente Area 3, dove si svilupperà la messa in sicurezza permanente dei materiali scavati per la bonifica della

ex AFIM. Per questo motivo, si propone di mantenere in sito i riporti non conformi dell'Area 4, realizzando anche qui una messa in sicurezza permanente, seppure limitata alla sola impermeabilizzazione superficiale dell'area.

2.6 Le demolizioni di manufatti e pavimentazioni ed i materiali prodotti da tali operazioni

Nell'area della ex AFIM sono tuttora presenti numerosi manufatti cementizi, che facevano parte degli impianti della ex acciaieria. Vi sono infatti estese pavimentazioni in calcestruzzo ancora da demolire, ma numerosi sono anche i manufatti, di fondazione o relativi a cunicoli interrati, ancora presenti nell'area.

Alcuni manufatti cementizi sono già stati oggetto di demolizione nel corso delle fasi di bonifica del 2007 e del 2008. In alcuni casi, previa triturazione, essi sono stati utilizzati per realizzare e rinforzare la superficie dell'Area 3, per preparare piste per il passaggio di mezzi pesanti e superfici destinate al deposito di materiali. In altri casi gli inerti sono stati impiegati per il rinterro di scavi nell'area a nord del Canale Minera odell'Area 4, e in misura minore sono rimasti ancora accumulati sull'Area 3.

È stata effettuata una mappatura dei manufatti cementizi ancora presenti nella ex AFIM, riportata nella seguente Tabella 2-8. I manufatti saranno demoliti e recuperati mediante un trattamento di triturazione e vagliatura, allo scopo di impiegarli per il rinterro degli scavi di bonifica.

Tabella 2-8 Stima del volume dei manufatti in cemento armato ancora presenti nell'area ex AFIM

Demolizione pareti+soletta cunicolo sotto strada nord minera	**534**	**mc**

Demolizioni Sud Minera		
Vasca decantazione (impianto di depurazione acque laminatoio)	53	mc
Vasca controlavaggio (impianto di depurazione acque laminatoio)	80	mc
Vasche parco rottame	267,9	mc
Deposito calce	52,5	mc
Vasca acqua di raffreddamento (impianto di depurazione acque acciaie	85	mc
Forno riscaldo	150	mc
Cabina placca (cunicolo+cabina sud Minera)	140	mc
Colata continua	525	mc
Cunicoli Sud Minera	870	mc
TOTALE	**2223,4**	**mc**

Totale demolizioni c.a. (NORD+SUD Minera)	**2757**

Alcune zone a nord del Canale Minera sono state scavate a profondità abbondantemente superiori rispetto a quelle indicate nel Progetto Definitivo di Bonifica del 2005. In queste porzioni dell'area di intervento la presenza di strutture interrate in cemento armato è ormai molto ridotta, limitata essenzialmente ad un cunicolo che si estende verso la cabina placca (rif. Tavola T06). In base ai sopralluoghi e alle planimetrie disponibili, il volume di tale manufatto in cemento armato è stato stimato

pari a circa 534 m^3. A tale volume dovrebbero ammontare complessivamente le demolizioni residue da attuare nella zona a nord del Canale Minera.

L'area a sud del Canale Minera è quella in cui si concentravano le principali attività dell'ex-stabilimento produttivo: il reparto laminatoio con le gabbie e il forno riscaldo, il reparto acciaieria con la colata continua, le due vasche del parco rottame, il deposito calce e l'impianto di depurazione delle acque, la sottostazione elettrica e l'impianto di abbattimento dei fumi.

Le demolizioni e gli scavi precedenti, concentrati soprattutto nelle zone del laminatoio e dell'acciaieria, hanno portato alla luce diverse strutture in cemento armato e numerosi cunicoli sotterranei, che collegavano un reparto all'altro. La volumetria delle strutture in cemento armato ancora da demolire, stimata sulla base dei sopralluoghi effettuati e delle planimetrie disponibili, è riportata nella tabella precedente.

I materiali di risulta delle demolizioni saranno sottoposti *on site* a frantumazione, deferrizzazione e vagliatura, mediante un impianto mobile autorizzato, appositamente installato. Il materiale granulare così prodotto sarà caratterizzato e classificato mediante analisi a campione, di natura sia chimica che geotecnica. I materiali inerti trattati saranno temporaneamente stoccati su piazzole opportunamente predisposte nella zona settentrionale dell'area di intervento, in attesa di riutilizzarli come sottofondo di piste di cantiere o per il rinterro degli scavi. Eventuali frazioni contaminate saranno smaltite entro il volume di messa in sicurezza permanente, insieme ai terreni e ai riporti inquinati. Tutti i cumuli saranno identificati univocamente, al fine di poter individuare l'origine e la tipologia del materiale in essi stoccato. I cumuli non saranno miscelati, né saranno mescolati rifiuti, terreni e riporti che richiedano sistemi di trattamento o modalità di smaltimento diversi.

Oltre alle demolizione dei manufatti, occorre considerare le demolizione delle pavimentazioni, alcune di tipologia industriale realizzate in cls, altre in asfalto.

Tabella 2-9 Stima del volume delle pavimentazioni in cemento armato e asfalto ancora presenti nell'area ex AFIM

Sottoarea:		Area (m^2)	Pavimentazioni da demolire (m^3)		Note
			calcestruzzo	asfalto	
Area 2, nord Minera					
2c	2c-5/6	607,5			> Colonna A, < Colonna B
	2c-7	588			> Colonna A, < Colonna B
	2c-8/9	450			> Colonna B
	2c-2/8/9/10/11	405	121,5		> Colonna B
	2c-10	308	92,4		> Colonna A, < Colonna B
2d	2d-4/6	146			> Colonna A, < Colonna B
	2d-7	768			> Colonna A, < Colonna B
	2d-9	607			> Colonna A, < Colonna B

(segue)

(continua)

Sottoarea:		Area (m^2)	Pavimentazioni da demolire (m^3)		Note
			calcestruzzo	asfalto	
Area 2, sud Minera					
2a	2a-2	266			Area tra vasca parco rottami Nord e Centro
	2a-3	714			Parco Rottame Centro
	2a-3 bis	100			Area rinterro est vasca rottame Centro
	2a-4	175	52,5		Area tra vasca parco rottami Centro e Sud
	2a-5	410			Vasca Rottame SUD
	2a-5 bis	77			Rinfianco lati lunghi vasca rottame sud
2b	2b-1	516	154,8		Parte pavimentata con cls
	2b-1 bis	167		16,7	Parte asfaltata
	2b-2	738		73,8	Parte asfaltata
	2b-2 bis	150	45,0		Parte pavimentata
	2b-5	782	234,6		Abbattimento fumi
	2b-6	554		55,4	Parte asfaltata
	2b-6 bis	110	33		Parte pavimentata
	2b-7	383		38,3	Parte asfaltata
	2b-7 bis	416	124,8		Parte pavimentata
	2b-8	786		78,6	Parte asfaltata
	2b-8 bis	128	38,4		Parte pavimentata
2c	2c-10	204		20,4	Parte asfaltata
	2c-10 bis	93	27,9		Parte pavimentata
	2c-11	336		33,6	Parte asfaltata
	2c-11 bis	24	7,2		Parte pavimentata
	2c-12	725	217,5		
	2c-13	658			
	2c-14	555	166,5		
	2c-15	639	191,7		Profondità media (0,8 m - 1,7 m da pc)
	2c-16	603	180,9		
2d	2d-1	425			Raggiunto fondo contaminazione
	2d-2	755	226,5		
	2d-3	727			In parte già scavato
	2d-3 bis	260			
	2d-4	348			Parte già scavata
	2d-5	683			
	2d-6	491	147,3		

(segue)

(continua)

Sottoarea:		Area (m^2)	Pavimentazioni da demolire (m^3)		Note
			calcestruzzo	asfalto	
Area 3					
3	3-1	264			Riporto fino a 5,1 m da pc
	3-2	541			
	3-3	858			
	3-4	796			Riporto fino a 6 m da pc
	3-5	953			Riporto fino a 4,5 m da pc
	3-6	633			Riporto fino a 5,5 m d pc
	3-7	1113			
	3-8	1107			Riporto fino a 3 m da pc
	3-9	1265			Riporto fino a 3 m da pc
	3-10	751			Riporto fino a 2 m da pc
	3-11	768			
	3-12	829			Riporto fino a 1,4/1,8 m da pc
	3-13	889			Riporto fino a 1/1,8 m da pc
	3-14	456			Riporto fino a 1,4/1,8 m da pc
	3-14 bis	348	104,4		Riporto fino a 1,4/1,8 m da pc
	3-15	372			Riporto fino a 1 m da pc
	3-15 bis	537	161,1		Terreno naturale
	fascia muro di cinta				
		TOTALE	2.328	317	

Dall'osservazione dei dati contenuti in Tabella 2-9 sono presenti poco più di 2.300 m^3 di pavimentazione in calcestruzzo da demolire e recuperare/smaltire, peraltro già previsti dal progetto approvato, e circa 320 m^3 di pavimentazioni in asfalto. Nota: il valore del volume delle pavimentazioni in c.a. è derivato dal progetto definitivo approvato. Tali demolizioni sembrano in alcuni casi già state effettuate nella fase di bonifica del 2007/2008 (che ha messo alla luce i cunicoli e le strutture in c.a. oggi visibili. Poiché non è chiaro cosa sia stato effettivamente realizzato e quanto sia ancora da realizzare e quale sia l'esatta estensione dei cunicoli sotterranei al di sotto delle pavimentazioni, a titolo cautelativo il volume delle pavimentazioni in cls è stato comunque interamente considerato nelle operazioni ancora da effettuare.

2.7 I cumuli presenti in Area 3

L'interruzione delle operazioni di bonifica, nel 2008, ha avuto come conseguenza il fatto che i materiali scavati e provvisoriamente stoccati per la caratterizzazione e quello in deposito temporaneo, in attesa di ricollocazione o smaltimento, siano rimasti dov'erano. I cumuli di tali materiali sono stati oggetto di ripetute fasi di caratterizzazione, volte sia alla verifica delle loro possibilità di riutilizzo, sia all'individuazione del loro corretto destino di smaltimento.

Al momento dell'interruzione dei lavori, la gran parte del materiale presente nei cumuli era destinato a smaltimento, in quanto non conforme al riutilizzo in aree a

destinazione residenziale/verde, che allora caratterizzavano la quasi totalità della proprietà di Oasi Immobiliare. Il cambiamento di destinazione d'uso per la porzione meridionale dell'area di intervento ha aperto ora la possibilità di riutilizzare per il rinterro una parte di tali materiali.

La posizione e la denominazione dei cumuli è riportata nella seguente Figura 2-1.

Il volume complessivo dei cumuli, secondo l'ultimo rilievo effettuato, ammonta a 6.993 m^3. Da tale conto sono esclusi i cumuli denominati CE09 e CE10 che hanno tuttavia un volume estremamente ridotto.

Sulla base delle evidenze analitiche riportate in Allegato A01, i cumuli sono stati suddivisi in:

- Materiali destinati a recupero, stimati in 3.755 m^3;
- Materiali destinati a trattamento di vagliatura (se applicabile), stimati in 3.238 m^3; la selezione dovrebbe garantire di poter recuperare la frazione grossolana (> 2 cm), da riutilizzare per i rinterri, e di avviare quindi a smaltimento nel volume di messa in sicurezza permanente una quantità di materiale inferiore.

Nella Tabella 2-10 e nella Tabella 2-11 sono riportati i volumi dei cumuli destinati alla ricollocazione in sito e quelli destinabili a pretrattamento di vagliatura e successivamente a recupero e a smaltimento.

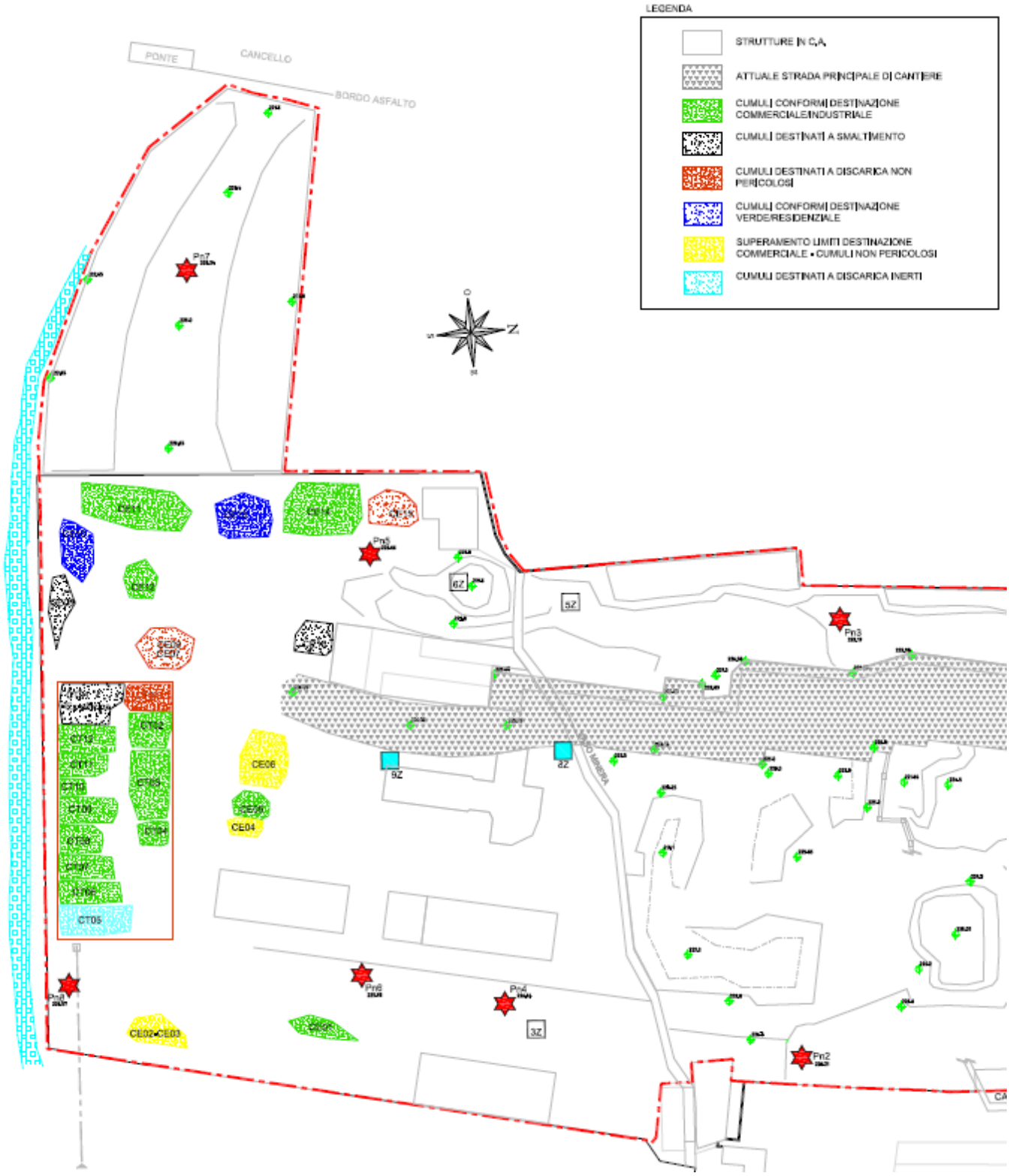


Figura 2-1 Posizione e denominazione dei cumuli presenti sull'Area 3

Tabella 2-10 Stima del volume dei cumuli presenti in Area 3 destinabili a recupero in sito

cumuli a recupero in sito	
denominazione	**mc**
CE05	204,24
CE11	702,86
CE12	516,05
CE13	335,54
CE14	1.077,75
CT03	346,51
CT04	100,21
CT08	267,67
CT10	40,90
CT12	163,58
TOTALE	**3.755,31**

Tabella 2-11 Stima del volume dei cumuli presenti in Area 3 destinabili a trattamento di vagliatura

cumuli a vagliatura e/o smaltimento	
denominazione	**mc**
CE01	105,40
CE02-CE03	23,59
CE04	181,98
CE06	453,02
CE07-CE08	252,40
CE15	137,96
CE16	110,25
CT01 Ex Off. Ovest	355,74
CT01 Ex Off. Est	
CT01	286,64
CT02	196,72
CT05	285,11
CT06	211,21
CT07	236,47
CT09	325,25
CT11	76,02
TOTALE	**3.237,76**

2.8 Riepilogo dei volumi stimati

Nel presente paragrafo vengono presentate alcune tabelle riepilogative dei volumi di materiale di scavo, di demolizione e/o già accumulato in sito. L'attribuzione dei volumi di materiali di scavo alle varie aree di bonifica, illustrata nei paragrafi precedenti, deriva dal progetto approvato ma potrà subire aggiustamenti sulla base di verifica puntuale della posizione esatta dei vari manufatti (ad es. Canale Minera) e dell'effettiva estensione delle pavimentazioni. Le verifiche topografiche condotte per la redazione della presente variante di progetto hanno confermato in linea generale il complesso dei volumi di terreni/rifiuti/riporti da bonificare, evidenziando solo lievi scostamenti da quanto inizialmente previsto.

Accanto ad ogni volume viene riportato il destino previsto, sia esso il riutilizzo in sito, per i riempimenti, oppure lo smaltimento nel volume di messa in sicurezza permanente. In questo secondo caso, se possibile e utile, il materiale viene preventivamente sottoposto a vagliatura, e la frazione di sopravaglio, se di qualità ammissibile, è avviata a recupero.

Sulla base delle analisi di caratterizzazione eseguite negli scorsi anni, si può ritenere che tutto il materiale inquinato presente nell'area di intervento possa essere smaltito entro il volume di messa in sicurezza permanente appositamente predisposto *on site*. Eventuali frazioni di rifiuti non compatibili con tale destino dovranno essere smaltite presso impianti autorizzati esterni.

Tabella 2-12 Stima del volume del materiale da movimentare per l'esecuzione delle residue attività di bonifica

n.prog	Area di origine	volume (mc)	destinazione
1a	scavi nord Minera - Aree 1 e 2	2.597	riutilizzo
1b	scavi nord Minera - Aree 1 e 2	1.545	vagliatura e/o smaltimento
2a	scavi sud Minera - Area 2	887	riutilizzo
2b	scavi sud Minera - Area 2	14.620	vagliatura e/o smaltimento
3a	scavi sud Minera - Area 3	1.055	riutilizzo
3b	scavi sud Minera - Area 3	41.847	vagliatura e/o smaltimento
4	scavi sud Minera - Area 4	-	messa in sicurezza
5a	cumuli su Area 3	3.755	riutilizzo
5b	cumuli su Area 3	3.238	vagliatura e/o smaltimento
6	demolizioni	2.757	riutilizzo
7a	pavmentazioni in cls	2.328	riutilizzo
7b	pavmentazioni in asfalto	317	smaltimento
	totale volume movimentato	**74.946**	

Tabella 2-13 Stima del volume di materiale destinato al riutilizzo in sito

n.prog	Area di origine	volume (mc)	destinazione
1a	scavi Nord Minera	2.597	riutilizzo
2a	scavi sud Minera - Area 2	887	riutilizzo
3a	scavi sud Minera - Area 3	1.055	riutilizzo
5a	cumuli su Area 3	3.755	riutilizzo
6	demolizioni	2.757	riutilizzo
7a	pavimentazioni in cls	2.328	riutilizzo
	totale volume movimentato	**13.379**	

Tabella 2-14 Stima del volume di materiale destinato a vagliatura o smaltimento

n.prog	Area di origine	volume (mc)	destinazione
1b	scavi Nord Minera	1.545	vagliatura e/o smaltimento
2b	scavi sud Minera - Area 2	14.620	vagliatura e/o smaltimento
3b	scavi sud Minera - Area 3	41.847	vagliatura e/o smaltimento
5b	cumuli su Area 3	3.238	vagliatura e/o smaltimento
7b	Pavimentazioni in asfalto	317	vagliatura e/o smaltimento
	totale volume movimentato	**61.567**	

Dall'analisi dei dati riportati in Tabella 2-12 emerge che la bonifica residua richiede la movimentazione di circa 75.000 m^3 di materiale: il maggiore contributo, come atteso, deriva dall'Area 3 e in minor misura dall'Area 2, le zone in cui le operazioni di bonifica non sono ancora state effettuate, o lo sono state solo marginalmente.

In Tabella 2-13 sono riportati i volumi dei materiali che, per le loro caratteristiche, si ritengono utilizzabili per il rinterro degli scavi. Il maggiore contributo deriva dai cumuli presenti sull'Area 3 e dalle demolizioni. Quest'ultimo materiale deve essere ovviamente triturato e deferrizzato, prima del suo impiego.

Infine, in Tabella 2-14 sono riportate le stime dei volumi di materiale, derivante dalle operazioni di scavo o già scavato (nel caso dei cumuli), che per le sue caratteristiche chimiche non può essere riutilizzato direttamente in sito, oppure del quale non si conoscono le caratteristiche (ad esempio l'effettiva qualità di tutti gli strati presenti nel sottosuolo dell'Area 3), per cui è stato cautelativamente inserito nel flusso dei materiali non riutilizzabili.

I materiali non riutilizzabili direttamente, se idonei per le loro caratteristiche fisiche e chimiche, saranno sottoposti a vagliatura: si separerà così dal terreno inquinato la frazione più grossolana, presumibilmente non contaminata e destinabile a recupero. Tale operazione, ed i flussi da essa interessati, saranno descritti nei capitoli seguenti. Il dato di Tabella 2-14 si intende al lordo dell'eventuale vagliatura.

Come illustrato al Paragrafo 1.7, la precedente fase di bonifica (maggio 2007 – ottobre 2008) ha comportato lo smaltimento di più di 18.000 m^3 di rifiuti (28.987,98 t). Sulla base di quanto esposto in questo capitolo, la quantità di terreni e riporti contaminati ancora da smaltire, al netto di tutto quanto possa essere recuperato in sito, ammonterebbe a circa 50.000 m^3, quasi 3 volte quanto già smaltito. Tenendo conto dell'ingente spesa già affrontata nella prima fase della bonifica, si può ben

comprendere come la componente della sostenibilità economica dell'intervento giochi un ruolo fondamentale nel decidere della sua effettiva realizzabilità.

3 ALLESTIMENTO DEL CANTIERE, SCAVO E TRATTAMENTO DEI MATERIALI

La bonifica del sito ex AFIM avverrà, come descritto al capitolo precedente, attraverso la completa escavazione dei terreni e dei riporti contaminati. I materiali estratti verranno riutilizzati o smaltiti in sito, avendo cura di separare le frazioni recuperabili da quelle destinate allo smaltimento. Solo eventuali rifiuti pericolosi incompatibili con lo smaltimento in sito saranno allontanati dal cantiere: le numerose indagini di caratterizzazione svolte finora, tuttavia, non hanno messo in luce la presenza di rifiuti di questo genere.

Prima di procedere con gli scavi di bonifica, dovrà essere allestita l'area servizi di cantiere. Per la localizzazione dell'area servizi è stata scelta l'Area 4, all'estremità sudoccidentale del sito, perché in questa zona non sono previsti scavi di bonifica.

3.1 Rimodellamento dell'Area 4

Come descritto al Paragrafo 2.5, l'Area 4 è già stata oggetto di caratterizzazione e di bonifica nelle precedenti fasi dei lavori. Dopo l'esecuzione dei collaudi (nel 2008), tuttavia, sul sito sono stati depositati circa 5.000 m^3 di terreni e riporti derivanti dagli scavi di bonifica effettuati nell'Area 2. Questi ultimi sono separati dal terreno pulito con un manto in LDPE. Le indagini integrative svolte nel settembre 2008 hanno verificato la conformità dei materiali deposti in superficie con i limiti di colonna B (Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V, Parte quarta, D.Lgs. 152/06). Trattandosi di riporti, tuttavia, la caratterizzazione doveva valutare anche la conformità dei relativi eluati con i limiti imposti per la tutela delle acque sotterranee (Tabella 2 dello stesso allegato citato in precedenza): in due campioni, questa valutazione ha dato esito negativo.

Il progetto del futuro sviluppo urbanistico dell'area prevede la realizzazione di una strada lungo la fascia centrale dell'Area 4 e dell'adiacente Area 3, che secondo le intenzioni delle amministrazioni pubbliche potrebbe interessare anche un livello intercomunale. Le quote delle due zone dovrebbero quindi essere raccordate tra loro e con quelle del volume di messa in sicurezza permanente dei materiali non riutilizzabili (Capitolo 4). Per questo motivo, si propone qui di mantenere in sito i riporti non conformi dell'Area 4, realizzando anche in questo caso un intervento di messa in sicurezza permanente, così come previsto dalle norme vigenti, limitato all'impermeabilizzazione superficiale dell'area.

Nell'Area 4 non dovranno quindi essere compiuti scavi di bonifica e per questo motivo essa appare come la zona più adatta ad ospitare i servizi di cantiere, data l'estrema esiguità degli spazi disponibili (cioè non interessati da scavi) nel resto del sito ex AFIM. Quest'area è inoltre la più distante dal centro abitato di Nave e consente di collocare le lavorazioni più critiche dal punto di vista degli impatti sull'ambiente circostante (rumore, polveri) in una zona scarsamente popolata.

I riporti collocati sulla zona in esame sono inoltre disposti in modo disomogeneo e sarà quindi indispensabile, una volta scoperta l'area, rimodellarne la superficie, allo scopo di ottenere un piano regolare, come indicato in Tavola T08. Lo spazio piano ottenuto per l'area servizi sarà quindi pari a 2.600 m^2 circa. La scarpata più acclive al contorno

dell'Area 4 non verrà modificata, e rimarrà protetta dalla vegetazione spondale ivi cresciuta negli scorsi anni.

Si dovrà inoltre regolarizzare il terrapieno di collegamento tra Area 4 e Area 3, per realizzare la pista dalla quale transiteranno tutti i mezzi impegnati nella conduzione del cantiere. Il collegamento tra le due aree di intervento verrà realizzato in corrispondenza della pista di accesso alla sommità della messa in sicurezza permanente (Capitolo 4) e la nuova strada di cantiere avrà quindi approssimativamente lo stesso tracciato della futura strada comunale (Tavola T08).

La pista di cantiere proseguirà verso ovest fino al cancello di accesso all'attuale Area 4, collegandosi idealmente alla prosecuzione di via delle Ferriere. Il cancello costituirà un accesso secondario all'area servizi di cantiere, che non sarà utilizzato tuttavia per il transito dei mezzi pesanti, ma solo dalle automobili delle maestranze.

3.2 Allestimento dell'area servizi di cantiere

La disposizione dei servizi di cantiere è illustrata nella Tavola T15. La porzione occidentale dell'area, a sud della strada di accesso al cantiere, sarà occupata dai prefabbricati che ospiteranno gli uffici, gli spogliatoi e i servizi igienici. Lo spazio libero tra le baracche e la recinzione di cantiere meridionale potrà essere utilizzato per i momenti ricreativi del personale, come punto di raccolta in caso di emergenza, per il ricovero degli attrezzi e per il deposito temporaneo, in appositi contenitori chiusi, dei rifiuti assimilabili agli urbani.

Le automobili ed i mezzi mobili di piccole dimensioni saranno parcheggiati con ordine all'estremità orientale di quest'area. Gli spazi di manovra saranno protetti da cordoni di blocchi tipo New Jersey.

All'estremità sudorientale dell'Area 4 sarà installato l'impianto di selezione dei terreni e dei riporti, destinato a separare le frazioni recuperabili dei materiali trattati da quelle destinate allo smaltimento *on site*. L'impianto sarà ospitato all'interno di una struttura coperta, per proteggere le macchine e dare continuità alle lavorazioni in caso di maltempo. Una parte della struttura sarà inoltre dedicata al deposito temporaneo di terreni e riporti, con due grandi piazzole che potranno essere dedicate, in particolare, ad eventuali rifiuti pericolosi o dubbi in attesa di caratterizzazione e/o di trattamento. La copertura dell'area, di dimensioni pari a 20 x 40 m, sarà realizzata mediante una tensostruttura. La corrispondente superficie del terreno sottostante sarà impermeabilizzata con un manto in polietilene ad alta densità dello spessore di 2 mm.

La restante superficie dell'area servizi, e in particolare tutta la porzione a nord della strada di cantiere, sarà adibita allo stoccaggio dei materiali in attesa di trattamento e/o di caratterizzazione. Le piazzole destinate a fungere da spazi di stoccaggio saranno impermeabilizzate sul fondo con manti di polietilene ad alta densità, in modo da evitare possibili contaminazioni del terreno sottostante. Le piazzole saranno separate l'una dall'altra mediante divisori, anch'essi costituiti da blocchi tipo New Jersey. I cumuli di materiali saranno a loro volta ricoperti con manti di polietilene a bassa densità, per proteggerli dalla dispersione eolica e dal dilavamento causato dalle precipitazioni. La quantità di terreni e riporti che può essere complessivamente depositata all'interno dell'area servizi ammonta a circa 2.000 m^3.

Un sistema di canalette grigliate poste in testa alle aree esterne di stoccaggio convoglierà le acque meteoriche ricadenti nelle parti non protette dai teli in LDPE ad una vasca di prima pioggia in calcestruzzo prefabbricata del volume di 3 m^3, dotata di pozzetto a sfioro per il convogliamento delle acque di seconda pioggia alla fognatura comunale. In ottemperanza al Regolamento 04 /2006 di Regione Lombardia, le acque di prima pioggia saranno emunte ed inviate a smaltimento presso impianti esterni tramite autobotte o, in alternativa, dopo verifica di conformità, inviate anch'esse alla fognatura comunale trascorse le 96 ore dall'evento meteorico. I solidi sedimentati sul fondo della vasca verranno in ogni caso allontanati e conferiti ad impianti di smaltimento autorizzati.

3.3 Demolizioni

Gli edifici della ex acciaieria sono stati demoliti prima dell'inizio dei precedenti lavori di bonifica del 2007-2008, ma lo smantellamento delle costruzioni non ha riguardato i manufatti in cemento armato dei piani interrati, né una buona parte delle pavimentazioni. Per procedere con gli scavi dei terreni e dei riporti contaminati, è indispensabile prima rimuovere tali manufatti.

E' prevista inoltre la demolizione della porzione fuori terra del muro di cinta meridionale, che al termine dei lavori di bonifica manterrà la sua funzione di contenimento del terrapieno esistente, ma non più il suo ruolo di recinzione della proprietà.

Durante le prime fasi dei lavori di bonifica, quindi, sarà necessario disporre anche di un impianto di selezione e di frantumazione degli inerti derivanti dalla demolizione dei numerosi manufatti in calcestruzzo ancora presenti nell'area di bonifica. Le macerie trattate potranno essere così recuperate per lavori di costruzione o per i rinterri degli scavi, sempre nell'ambito del cantiere di bonifica.

L'impianto di trattamento dei rifiuti inerti opererà nella stessa area coperta di trattamento dei terreni scavati, nel periodo di fermo della selezione che intercorrerà tra gli scavi di bonifica della fase 1 e quelli della fase 2 (v. R03, Cronoprogramma dei lavori).

L'avvicendamento dei due trattamenti consentirà di impiegare, per la vagliatura delle macerie, lo stesso vaglio utilizzato per i terreni di scavo, se in possesso dei necessari titoli autorizzativi. L'intervallo di una settimana tra le due lavorazioni permetterà di installare l'unità di frantumazione e di pulire accuratamente il vaglio e tutte le superfici di lavoro, onde evitare la contaminazione delle macerie.

Al termine delle demolizioni, l'impianto di frantumazione delle macerie verrà smantellato, mentre il vaglio continuerà a gestire la separazione dai terreni di bonifica dei materiali grossolani recuperabili, prevista per le fasi 2 e 3 dei lavori.

3.4 Scavi di bonifica

Gli scavi necessari alla bonifica del sito dell'acciaieria ex AFIM sono stati descritti in dettaglio nel precedente Capitolo 2 e sono illustrati in pianta nella Tavola T09 e in

sezione nelle Tavole T12 e T13. Essi riguardano tutti i terreni e i riporti non conformi alla specifica destinazione d'uso presenti nell'area.

3.4.1 Fascia meridionale

Gli scavi di bonifica avranno inizio dalla stretta fascia a contatto con il muro di cinta meridionale che, come già accennato, verrà in gran parte demolito. La porzione inferiore del muro, con la sua fondazione, hanno il compito di contenere e sostenere i riporti un tempo ammassati per realizzare i piazzali meridionali dell'acciaieria. Tali riporti sono risultati tuttavia contaminati, in base alla caratterizzazione chimica effettuata, e devono quindi essere rimossi.

Per non compromettere la stabilità del muro di contenimento, dopo la demolizione della sua porzione superiore, si scaverà il terreno al piede, sul lato interno (settentrionale), per conci di larghezza pari a circa 10 m. Si scoprirà quindi un breve tratto di fondazione e da qui, ove necessario, lo scavo proseguirà con una scarpata di pendenza 45° rivolta a nord. Una volta raggiunta la profondità della contaminazione nel tratto specifico, lo scavo verrà subito riempito con terreno non contaminato, adeguatamente costipato, per ripristinare nuovamente la stabilità del muro. In alcune situazioni particolari, dove la contaminazione risulta particolarmente profonda (Tavola T14), potrebbe risultare impossibile rimuoverla completamente nella porzione al di sotto della fondazione del muro di contenimento, pena la perdita di stabilità del manufatto.

Nell'ambito del rinterro della fascia meridionale, verrà posata la nuova tubazione della fognatura comunale, che a lavori conclusi correrà sotto la pista ciclabile realizzata lungo il Torrente Garza (Paragrafo 5.2).

3.4.2 Nord Minera

Nell'ambito dell'*Area 1* gli scavi di bonifica sono limitati a minimi approfondimenti degli scavi precedenti, dove i controlli analitici dei fondi scavo e delle pareti effettuati nel 2008 avevano mostrato risultati non conformi. La contaminazione residua risulta compresa tra i limiti di colonna A e di colonna B (Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V, Parte quarta, D.Lgs. 152/06), e i materiali di risulta possono essere quindi destinati a rinterro nella porzione meridionale del sito.

La parte dell'area di intervento a nord del Canale Minera è infatti destinata ad uso residenziale (Tavola T03), e richiede dunque la conformità a colonna A (a meno del tracciato della futura strada principale che si estende in direzione nord-sud), mentre il resto del sito ha destinazione commerciale e deve risultare conforme a colonna B.

Anche i materiali provenienti dagli scavi dell'*Area 2* a nord del Minera (Paragrafo 2.2) saranno in parte (circa il 60%) riutilizzabili nella porzione meridionale dell'area di intervento, poiché risultano conformi a colonna B, per gli stessi motivi appena descritti. Il resto (circa 1.500 m^3) dovrà essere sottoposto a trattamento e a smaltimento

I terreni conformi a colonna B provenienti dalla porzione settentrionale del sito saranno provvisoriamente accumulati, per essere impiegati nel rinterro dei primi scavi collaudati a sud del Minera.

3.4.3 Sud Minera

Tra i cumuli presenti nell'*Area 3* vi sono materiali (poco più del 50%) adatti al recupero, poiché conformi a colonna B. Anche questi saranno provvisoriamente accumulati per essere impiegati nei rinterri, spostandoli provvisoriamente dalla loro attuale posizione se necessario.

Gli scavi di bonifica nell'area a sud del Canale Minera, nelle *Aree 2 e 3*, interessano anche minime porzioni (3%) di materiali conformi a Colonna B, ove le prime risultino sovrapposte a orizzonti contaminati e debbano essere scavate per raggiungere questi ultimi. Tali terreni possono essere impiegati per i rinterri nelle aree limitrofe.

Tutti gli altri terreni e riporti (97%) scavati nella porzione meridionale dell'area di intervento a scopo di bonifica verranno sottoposti a vagliatura per separarne la frazione granulometrica più grossolana (> 2 cm), che dovrebbe essere recuperabile a fini di costruzione o di rinterro. Si tratta complessivamente di circa 56.000 m^3 di terreni e riporti che dovranno transitare per l'impianto di recupero inerti (Paragrafo 3.6) installato presso l'area servizi. Lo stesso vale per i cumuli (3.250 m^3 circa) caratterizzati da concentrazioni di inquinanti superiori a colonna B.

3.5 Scavi di approfondimento

Il volume di messa in sicurezza permanente (Capitolo 4) sarà realizzato nella porzione meridionale dell'area di intervento ed occuperà praticamente per intero l'Area 3 e parzialmente l'Area 2.

Il volume di deposito necessario ad ospitare tutti i terreni e i riporti contaminati prodotti dalla bonifica eccede di gran lunga gli scavi eseguiti nella stessa area per rimuovere tutta la contaminazione. Solo all'estremità sudoccidentale dell'Area 3 gli scavi di bonifica dovranno essere più profondi di quanto risulterebbe necessario per la realizzazione del fondo del deposito (Tavola T21, sezione 11). In quest'area, e in corrispondenza di tutte le pareti del deposito stesso, l'invaso verrà ricostruito a partire dal fondo dello scavo di bonifica, con materiali conformi a colonna B recuperati nell'ambito del cantiere (terreni e riporti conformi, inerti riciclati, inerti granulari grossolani prodotti dalla vagliatura).

Gli scavi in terreni naturali non contaminati necessari a preparare il volume di messa in sicurezza permanente, al netto degli scavi di bonifica, interessano complessivamente un volume pari a circa 28.000 m^3. Questi terreni verranno utilizzati per i rinterri, a cominciare dalle aree bonificate a nord del Canale Minera, dove la qualità dei suoli deve essere compatibile con i limiti di colonna A.

I rinterri necessari alla realizzazione delle pareti dell'invaso e, all'estremità sudoccidentale, anche del fondo del deposito, ammontano a 25.000 m^3 circa.

Con il volume di messa in sicurezza permanente così predisposto si creerà uno spazio disponibile per lo smaltimento dei terreni contaminati pari a circa 54.000 m^3.

Per evidenti ragioni logistiche, sia gli scavi di approfondimento che i rinterri necessari alla ricostituzione delle pareti e di una parte del fondo del deposito saranno realizzati per fasi, suddividendo il volume in tre lotti successivi (Tavola T24). Sarebbe

impossibile, infatti, individuare all'interno del cantiere spazi sufficienti allo stoccaggio dei materiali inquinati destinati allo smaltimento, se per la loro collocazione finale si dovesse attendere la predisposizione dell'intero volume di messa in sicurezza permanente.

3.6 Trattamento dei rifiuti di demolizione

La demolizione dei manufatti e delle pavimentazioni in calcestruzzo (Paragrafo 3.3) produrrà un volume di macerie stimato in circa 5.200 m^3. Per poter recuperare tali materiali e utilizzarli, per esempio, per la ricostruzione delle spalle del volume di messa in sicurezza permanente e come sottofondo delle strade, essi devono essere processati in un impianto mobile di recupero inerti.

Tale impianto, costituito da una unità di frantumazione e da una serie di vagli e nastri trasportatori, deve essere autorizzato al trattamento di rifiuti non pericolosi e alla conseguente produzione di aggregati riciclati. L'unità di vagliatura può essere la medesima impiegata per i terreni di scavo, purché sia in possesso delle necessarie autorizzazioni.

Come già accennato, l'impianto mobile sarà posizionato all'interno della tensostruttura realizzata presso l'area servizi. Il trattamento delle macerie avrà luogo nell'intervallo tra la fase 1 e la fase 2 dei lavori, quando gli scavi di bonifica si interrompono in attesa della predisposizione del primo lotto del volume di messa in sicurezza permanente. Il recupero dei rifiuti di demolizione proseguirà per circa 7 settimane consecutive. In seguito, l'impianto di frantumazione verrà smantellato.

Prima del suo impiego per i ritombamenti, il materiale frantumato sarà sottoposto a campione, per lotti di circa 1000 m^3, ad analisi di conformità alla qualità prescritta per gli aggregati riciclati.

Gli inerti riciclati verranno accumulati nell'ambito del cantiere, in attesa del loro riutilizzo.

Eventuali scarti di lavorazione incompatibili con lo smaltimento nel volume di messa in sicurezza permanente saranno smaltiti presso impianti autorizzati esterni. Il ferro potrà essere invece venduto ad impianti di recupero, così come eventuali altri metalli rinvenuti durante le demolizioni (es. cavi conduttori).

3.7 Vagliatura dei materiali di risulta della bonifica

L'impianto di selezione dei terreni e dei riporti realizzato all'estremità sudorientale dell'Area 4 avrà lo scopo di separare dai terreni e dai riporti prodotti dagli scavi di bonifica le frazioni più grossolane (> 2 cm) da destinare a recupero. A tale scopo, i materiali di risulta verranno vagliati, e il sottovaglio sarà avviato a smaltimento *on site*.

L'impianto dovrà essere autorizzato al trattamento di rifiuti non pericolosi e sarà ospitato all'interno di una struttura coperta, dove poserà su una superficie

impermeabilizzata con un manto in polietilene ad alta densità dello spessore di 2 mm. Questo permetterà di proteggere le macchine e di lavorare anche in caso di maltempo.

La quantità stimata dei materiali da sottoporre a vagliatura è pari a 61.000 m^3 circa.

Il sopravaglio sarà analizzato all'uscita dal trattamento, ai sensi del DM 05/02/1998 e del DM 186/2006 (procedure semplificate di recupero). Esso dovrebbe risultare conforme al recupero all'interno dell'area di intervento e, se questa circostanza verrà confermata, sarà quindi impiegato per il rinterro degli scavi di bonifica. Si prevede di poter recuperare, in questo modo, circa 12.000 m^3 di materiale.

Ove possibile, il materiale conforme verrà immediatamente utilizzato per i rinterri e come inerte da costruzione, per esempio allo scopo di realizzare i dreni di fondo e di superficie del volume di messa in sicurezza permanente (Capitolo 4). Se l'impiego immediato non è praticabile, lo stesso materiale verrà accumulato nell'ambito del cantiere.

Il sottovaglio sarà invece destinato allo smaltimento *on site*, nel volume di messa in sicurezza permanente appositamente predisposto (Capitolo 4). Anche questa frazione verrà sottoposta ad analisi, per confermare la sua compatibilità con la collocazione nel deposito, ai sensi del DM 27/09/2010 e s.m.i. (criteri di ammissibilità in discarica). Si stima che i volumi di materiali trattati da smaltire ammontino a poco meno di 50.000 m^3.

Nei periodi di attesa per la predisposizione di ogni lotto del deposito, il sottovaglio prodotto dall'impianto di trattamento verrà via via accumulato sulla superficie dei lotti adiacenti. All'inizio del cantiere, durante lo scavo del primo lotto, si realizzerà un grande cumulo all'estremità occidentale dell'Area 3, coperto al termine di ogni giornata lavorativa con teli in LDPE, per proteggerlo dall'azione del vento e delle precipitazioni. Nelle fasi successive, i materiali in attesa della loro collocazione finale saranno provvisoriamente accumulati sopra la superficie dei lotti precedenti, già riempiti.

3.8 Gestione del cantiere di bonifica

La principale criticità del cantiere in oggetto è costituita dagli esigui spazi di manovra: praticamente l'intera area sarà oggetto di lavori (scavi, rinterri) e al suo interno dovranno essere movimentati complessivamente circa 100.000 m^3 di inerti. Si aggiunga a questo il fatto che molti di questi materiali devono essere trattati e collocati in deposito in attesa del trattamento o della loro ricollocazione, per i rinterri o per lo smaltimento nel volume di messa in sicurezza permanente. Si devono inoltre tenere in considerazione i periodi di sospensione di alcune lavorazioni dovuti all'attesa dei risultati dei collaudi di fondo scavo, eseguiti in contraddittorio con l'Ente di controllo.

Gli aspetti logistici rivestono quindi una cruciale importanza, e i loro effetti si riverberano, in primo luogo, sulla rigidità della successione tra le varie fasi dei lavori e sulla dilatazione dei tempi (v. R03, Cronoprogramma dei lavori).

Nei periodi di lavoro più intensi si prevede che in cantiere circolino al massimo 5 autocarri a due assi con cassone, facendo la spola per l'intera giornata tra le aree di scavo e quella di vagliatura.

Nelle varie aree degli scavi di bonifica (al massimo tre contemporanee, in diverse zone di cantiere) saranno all'opera 3 escavatori di medie/grandi dimensioni cingolati ed eventualmente alcune pale gommate per velocizzare la movimentazione dei materiali.

Per quanto riguarda le demolizioni, sarà impiegato un martello demolitore montato sul braccio di un escavatore e un altro escavatore/pala per la movimentazione dei materiali di risulta ed il loro carico sull'automezzo.

I materiali in uscita dall'impianto di selezione saranno caricati con un escavatore su un autocarro che li trasporterà al loro luogo di stoccaggio oppure direttamente a piè d'opera dei rinterri o degli smaltimenti.

I rinterri e gli smaltimenti entro il volume di messa in sicurezza permanente saranno realizzati dalle stesse squadre impegnate negli scavi. In particolare, una squadra (1 nel cronoprogramma) sarà impegnata nello scavo e nella movimentazione dei terreni contaminati e nel successivo smaltimento del relativo sottovaglio, mentre una squadra diversa (2) si occuperà dei terreni conformi, gestendone lo scavo e il rinterro. Una terza squadra (5 nel cronoprogramma) interverrà con compiti simili alla prima o alla seconda, nei momenti di maggiore intensità del lavoro, concentrati in particolare nella fase iniziale del cantiere.

La squadra n. 3 si occuperà delle demolizioni e della ricostruzione dei terrapieni e dei sottofondi stradali, mentre la 4 sarà impegnata nella gestione dell'impianto di trattamento degli inerti (selezione e, in parte, frantumazione).

Il lavoro della squadra (3) addetta alle demolizioni e, ancora di più, della squadra "jolly" (5) sarà discontinuo e saltuario. Per la gran parte del tempo, in cantiere saranno costantemente all'opera 3 squadre (gestione terreni di bonifica, gestione terreni conformi, trattamento inerti).

Tutta l'intensa movimentazione dei materiali di bonifica avviene all'interno dello spazio-cantiere. L'impatto delle operazioni sul traffico cittadino è quindi molto contenuto, e si limita ai periodi di approvvigionamento dei materiali di costruzione: si tratta essenzialmente dell'arrivo in cantiere dell'argilla e delle geomembrane per l'impermeabilizzazione del volume di messa in sicurezza permanente.

4 IL VOLUME DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE

4.1 Terreni e riporti destinati allo smaltimento on site

La normativa vigente prevede che nell'ambito di un intervento di bonifica di un sito inquinato si possa realizzare uno spazio protetto *on site* ove ricoverare i terreni contaminati, con l'autorizzazione dell'autorità territorialmente competente. Tale principio è sancito al comma 3, Art. 7 del D.M. 27/09/2010 e s.m.i.. Come accennato al Paragrafo 2.8, il volume di messa in sicurezza permanente dovrebbe poter contenere tutti i terreni ed i riporti contaminati individuati, nel sito ex AFIM, durante le varie fasi della caratterizzazione e della precedente bonifica.

Con riferimento alle caratteristiche specifiche dei rifiuti che saranno presumibilmente prodotti dalle operazioni di bonifica del sito ex AFIM, oggetto di questo Progetto Operativo, si potranno ammettere nel volume di messa in sicurezza permanente le seguenti categorie di rifiuti, costituiti fondamentalmente da terreni e riporti contaminati:

- Rifiuti non pericolosi che sottoposti a test di cessione rispettano i limiti indicati Tabella 5 del D.M. 27/09/2010 (vedi Tabella 4-1), con un tenore di secco non inferiore al 25%;
- Rifiuti pericolosi stabili non reattivi che
  - sottoposti a test di cessione rispettano i limiti Tabella 5a (vedi Tabella 4-1);
  - hanno una concentrazione di carbonio organico totale (TOC) non superiore al 5%;
  - hanno pH non inferiore a 6;
  - hanno un tenore di secco non inferiore al 25%;
  - dimostrano adeguate stabilità fisica e capacità di carico[1];
  - dimostrano una sufficiente capacità di neutralizzazione degli acidi[2].
- Rifiuti che contengono PCB in concentrazione non superiore a 10 mg/Kg;
- Rifiuti che contengono diossine e furani in concentrazione (in tossicità equivalente) non superiore a 0,002 mg/Kg;
- Rifiuti che contengono altri inquinanti organici persistenti in concentrazioni non superiori ai limiti di cui all'Allegato IV[3] del Regolamento CE n. 850/2004.

Di seguito si riportano, come riferimento, i limiti tabellari di cui all'Art. 6 del D.M. 27/09/2010 e s.m.i., ai quali ci si adeguerà nel determinare l'accettabilità dei terreni e dei riporti da smaltire nel volume di messa in sicurezza permanente. Eventuali frazioni di rifiuti non compatibili con i limiti appena elencati dovranno invece essere smaltite presso impianti autorizzati esterni.

[1] Criteri di accettazione wac dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente del Regno Unito
[2] Secondo i metodi CEN/TS 14429 o CEN/TS 14997
[3] Art. 7, Gestione dei rifiuti – sostanze che devono essere distrutte (PCB < 50 mg/Kg; Diossine e furani (tossicità equivalente) < 0,015 mg/Kg)

Tabella 4-1 Limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi (Art. 6, D.M. 27/09/2010 e s.m.i.)

parametro	Tabella 5 rifiuti non pericolosi mg/L	Tabella 5a rifiuti pericolosi stabili non reattivi mg/L
arsenico	0,2	0,2
bario	10	10
cadmio	0,1	0,1
cromo totale	1	1
rame	5,0	5,0
mercurio	0,02	0,02
molibdeno	1	1
nichel	1	1
piombo	1	1
antimonio	0,07	0,07
selenio	0,1	0,1
zinco	5	5
cloruri	2.500	1.500
fluoruri	15	15
solfati	5.000	2.000
carbonio organico disciolto (DOC)	100	80
solidi disciolti totali (TDS)	10.000	6.000

N.B.: è possibile utilizzare il limite per i TDS in alternativa ai valori di solfati e cloruri

Come illustrato al Paragrafo 2.8, la quantità di terreni e riporti contaminati ancora da smaltire, al netto di tutto quanto possa essere recuperato nel sito ex AFIM, ammonterebbe a circa 50.000 m^3, quasi tre volte quanto già smaltito nelle precedenti fasi di bonifica (maggio 2007 – ottobre 2008). La creazione di uno spazio di smaltimento *on site* appare dunque l'unica soluzione economicamente sostenibile che consenta di completare la bonifica del sito, soprattutto considerando l'ingente spesa già affrontata negli scorsi anni.

4.2 Caratteristiche costruttive del volume di messa in sicurezza permanente

Nel volume di messa in sicurezza permanente verranno raccolti i terreni ed i riporti oggetto degli scavi di bonifica, che per via della loro natura fisica e chimica non possono essere riutilizzati in sito. Trattandosi di materiali contaminati, che superano cioè i limiti di qualità imposti ai terreni ad uso commerciale o industriale (Colonna B, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V, Parte IV, D.Lgs. 152/06) oppure, nel caso dei riporti, i limiti imposti al test di cessione (Tabella 2, Allegato 5 al Titolo V, Parte IV, D.Lgs. 152/06), essi dovranno essere isolati dall'ambiente circostante, allo scopo di evitarne gli impatti negativi.

L'isolamento del volume di messa in sicurezza permanente a servizio della bonifica del sito ex AFIM verrà garantito con una barriera geologica e con una copertura superficiale finale le cui caratteristiche sono illustrate in Tabella 4-2.

Tabella 4-2 Pacchetti di impermeabilizzazione del fondo e di copertura

		spessore dello strato
barriera geologica		
franco livello max falda	m	2
argilla, k<10^-9 m/s	m	0,5
geomembrana	m	0,002
geotessuto	m	0,006
drenaggio in sabbia/ghiaia	m	0,5
totale spessore	**m**	**1,008**
copertura superficiale		
drenaggio in sabbia/ghiaia	m	0
argilla, k<10^-8 m/s	m	0,5
geotessuto	m	0,004
drenaggio in sabbia/ghiaia	m	0,5
terreno vegetale	m	0,5
totale spessore	**m**	**1,504**

Per quanto riguarda l'impermeabilizzazione del fondo, si ritiene che uno spessore di argilla di 0,5 m sia sufficiente per garantire la necessaria protezione delle acque sotterranee e dei terreni naturali a contatto con il volume di smaltimento. Tale circostanza è dimostrata dai risultati dell'Analisi di Rischio condotta a tale scopo (Allegato A02).
In merito alla copertura superficiale, si ritiene di poter eliminare il drenaggio tradizionalmente posto alla sua base, poiché nel volume di smaltimento dei terreni e dei riporti che qui viene proposto non si prevede che vi sia alcuna produzione di biogas da captare in tale drenaggio; non vi sono inoltre pareti acclivi la cui stabilità potrebbe essere messa a rischio da un'eventuale raccolta di acque al di sotto dell'impermeabilizzazione. Si mantiene invece il drenaggio superficiale, con lo scopo di allontanare il più velocemente possibile le acque meteoriche precipitate sulla superficie del deposito, in modo da ridurne l'infiltrazione attraverso l'impermeabilizzazione e, quindi, la quantità d'acqua che entrerà a contatto con i rifiuti. Le acque raccolte dal drenaggio superficiale verranno allontanate e smaltite per mezzo di una canaletta perimetrale. Infine lo strato di terreno vegetale superficiale permetterà di mettere a dimora essenze erbacee ed arbustive sulla superficie del deposito; data la natura stabile dei rifiuti smaltiti e la previsione di destinazione d'uso futura dell'area (una fascia verde ai lati della strada di collegamento e della parallela pista ciclabile, v. Capitolo 5), si ritiene che lo spessore previsto per questo strato sia sufficiente.

4.3. Volume dei materiali da smaltire

Nella Tabella 4-3 sono riassunti i volumi di materiali contaminati calcolati in base a quanto esposto al Capitolo 2, da smaltire all'interno del volume di messa in sicurezza permanente. Si tratta di terreni che superano i limiti di qualità per le aree ad uso commerciale o industriale (Colonna B, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V, Parte IV, D.Lgs. 152/06) oppure di riporti di qualità non compatibile con gli stessi limiti o con quelli imposti al test di cessione (Tabella 2, Allegato 5 al Titolo V, Parte IV, D.Lgs. 152/06).

I materiali da smaltire provengono da tre fonti principali:

- I rifiuti residui della precedente opera di bonifica, tuttora stoccati in cumuli coperti nella porzione meridionale del sito (Paragrafo 2.7);
- I terreni residui da scavare nella zona già sottoposta a bonifica (a nord del Canale Minera), ove i collaudi di fondo scavo abbiano rivelato la presenza di contaminazioni residue in concentrazioni superiori alla colonna B (Paragrafo 2.2);
- I riporti e i terreni contaminati da asportare nella zona a sud del Canale Minera, ancora non sottoposta a bonifica (Paragrafi 2.3 e 2.4).

Ove fattibile, tutti questi materiali verranno preventivamente sottoposti a vagliatura, allo scopo di sottrarre da essi la frazione più grossolana, presumibilmente non contaminata, da recuperare in sito. Il volume netto di deposito necessario per dare collocazione a tutti i materiali da considerare rifiuti risulta quindi pari a circa 50.000 m^3.

Tabella 4-3 Riepilogo dei volumi dei materiali da smaltire

cumuli fuori terra		
volume complessivo dei cumuli	m^3	6.993
materiali utilizzabili per il rinterro	m^3	3.755
materiali da sottoporre a vagliatura	m^3	3.238
sopravaglio utilizzabile per il rinterro	m^3	324
materiali da smaltire	m^3	2.914
scavi di bonifica nord Minera		
volume complessivo degli approfondimenti (> colonna B)	m^3	1.545
sopravaglio utilizzabile per il rinterro	m^3	309
materiali di scavo da smaltire	m^3	1.236
scavi di bonifica sud Minera		
volume complessivo degli scavi di bonifica	m^3	58.371
materiali di scavo utilizzabili per il rinterro	m^3	1.942
materiali di scavo da sottoporre a vagliatura	m^3	56.430
sopravaglio utilizzabile per il rinterro	m^3	11.286
materiali di scavo da smaltire	m^3	45.144
Volume complessivo destinato a smaltimento	**m^3**	**49.294**

4.4. Geometria del volume di messa in sicurezza permanente

Il volume di messa in sicurezza permanente sarà realizzato all'estremità meridionale del sito ex AFIM, in corrispondenza di quella che nelle precedenti operazioni di bonifica è stata denominata Area 3.

Il limite meridionale del deposito sarà posizionato in modo che la minima distanza dei rifiuti ivi collocati dal muro di cinta della proprietà lungo il Torrente Garza sia pari a 10 m (Tavola T19).

L'impronta planimetrica del volume di messa in sicurezza permanente ricalca approssimativamente la superficie destinata alla messa in sicurezza permanente dei rifiuti inerti nel precedente progetto di bonifica approvato, come meglio dettagliato nel seguito.

Tutta l'area di interesse è situata in zona a destinazione d'uso commerciale/industriale e deve quindi rispettare, all'esterno del volume di messa in sicurezza permanente, la Colonna B (Tabella 1, Titolo V, D.Lgs. 152/06). La sua destinazione futura, come sarà meglio illustrato al Capitolo 5, sarà in gran parte dedicata alla realizzazione della viabilità locale, fiancheggiata da ampi spazi verdi. A valle del deposito, lungo il Torrente Garza, sarà realizzato un tratto di pista ciclabile, mentre il limitrofo muro di cinta sarà in gran parte demolito, lasciando in posto solo la porzione di esso che ha funzione di contenimento. Nella porzione più settentrionale, il volume di messa in

sicurezza permanente sarà fiancheggiato dalle aree di parcheggio al servizio delle attività commerciali previste nel resto dell'area posta a sud del Canale Minera.

In primo luogo sarà bonificata, per conci, la fascia di riporti presenti lungo il muro di cinta meridionale (Tavola T14), analogamente a quanto descritto al Paragrafo 2.2.8 del Progetto Bonifica approvato[4]. Il rinterro degli scavi di bonifica seguirà, anche esso per conci, con il riporto di terreni puliti ricavati nell'ambito dell'area di intervento, realizzando nel contempo la spalla meridionale del volume di messa in sicurezza permanente (Tavola T19). Il rinterro comprenderà anche il nuovo alloggiamento del tratto di fognatura comunale (Paragrafo 5.2) che dovrà essere eliminato dalla zona degli scavi di bonifica, più a nord.

In seconda battuta verranno scavati i terreni ed i riporti contaminati presenti nell'Area 3, che saranno pretrattati e depositati temporaneamente altrove (negli stoccaggi predisposti entro l'area servizi oppure disposti in cumuli coperti nella porzione occidentale della stessa Area 3), in attesa di trovare collocazione entro il volume di messa in sicurezza permanente.

I materiali contaminati scavati nelle zone limitrofe e lungo le pareti del futuro deposito saranno sostituiti con terreni conformi a Colonna B, prima della sua realizzazione. I terreni non contaminati (conformi a Colonna A) scavati per realizzare il volume di messa in sicurezza permanente saranno impiegati invece per il rinterro degli scavi di bonifica, nella zona a nord o in quella a sud del Canale Minera, in funzione della loro qualità.

Per evidenti ragioni logistiche, gli scavi di bonifica previsti nell'Area 3 e la realizzazione del volume di messa in sicurezza permanente si susseguiranno per lotti successivi, a partire dall'estremità orientale e procedendo verso ovest. Si realizzeranno quindi, nel tempo e con il procedere degli scavi, 3 distinti lotti di deposito (Tavola T24).

All'estremità occidentale dell'Area 3 si incontrano localmente terreni contaminati a profondità anche superiori ai 5 m (Paragrafo 4.5.3): questi verranno scavati e smaltiti, e sostituiti con terreni conformi a Colonna B fino a raggiungere la profondità di 5 m, comune al resto del fondo del deposito all'estremità meridionale, prima di procedere alla realizzazione del suo ultimo lotto.

Nella Tabella 4-4 sono riportati i dati geometrici fondamentali del volume di messa in sicurezza permanente. La pianta del deposito è rettangolare, e occupa quasi completamente l'estremità meridionale del sito (Tavole T16-T23). La lunghezza del lato parallelo al Torrente Garza è pari a 157 m, approssimativamente uguale a quella prevista nel progetto approvato, mentre il lato perpendicolare al corso d'acqua misurerà 83 m, quasi 20 m in più rispetto alla messa in sicurezza permanente progettata nel 2006. La superficie complessivamente occupata sarà pari a 13.400 m^2.

[4] Multiproject S.r.l. - *Progetto definitivo di bonifica con messa in sicurezza permanente del sito "ex AFIM" ai sensi del D.M. 471/99*. Marzo 2006

Tabella 4-4 Dimensioni del volume di messa in sicurezza permanente

Volume di materiale destinato a smaltimento (ca.)	**m^3**	***50.000***
dimensioni del volume di messa in sicurezza permanente		
larghezza a p.c.	m	159
lunghezza a p.c.	m	85
superficie a p.c.	m^2	13.400
massima profondità dello scavo (da p.c. attuale)	m	6
pendenza delle pareti del deposito		1:2
larghezza del fondo	m	138
lunghezza del fondo	m	64
superficie del fondo	m^2	8.900
altezza massima fuori terra (da quota strada perimetrale)	m	3
pendenza massima delle pareti		1:2
volume del pacchetto di impermeabilizzazione di fondo	m^3	10.825
volume del pacchetto di copertura superficiale	m^3	18.183
volume disponibile per lo smaltimento	m^3	57.666
Volume netto del deposito (ca.)	**m^3**	***58.000***

Il fondo del deposito sarà sagomato in modo da garantire il deflusso del percolato verso il sistema di captazione, e avrà dunque una pendenza del 3% circa verso nord. Sul fondo e sulle pareti del deposito saranno stesi gli strati di impermeabilizzazione e sul fondo si collocherà il drenaggio in ghiaia per la raccolta del percolato (Paragrafo 4.7)

L'altezza del deposito da piano campagna corrisponde sostanzialmente allo spessore delle coperture superficiali, con in più la pendenza necessaria per lo sgrondo delle acque dall'intera superficie. Le coperture sono costituite da strati sovrapposti di impermeabilizzazione, di drenaggio e di supporto alla vegetazione. La quota massima viene raggiuta ai lati della strada sommitale ed è pari a 226 m s.l.m. (Tavola T 20).

Il volume disponibile per lo smaltimento dei terreni e dei riporti contaminati, al netto dei pacchetti di isolamento del fondo e della superficie del deposito, sarà pari a circa 58.000 m^3, sufficienti ad accettare tutti i rifiuti dei quali è prevista la produzione nell'ambito della bonifica, con un margine di sicurezza maggiore del 15%.

La sostenibilità del progetto del volume di messa in sicurezza permanente, sotto l'aspetto dell'impatto ambientale, è confermata dall'applicazione dell'Analisi di Rischio sito specifica i cui risultati vengono illustrati nell'Allegato A02.

4.5 Caratteristiche dei materiali da smaltire

Come già accennato al Capitolo 2, si prevede di smaltire all'interno della discarica di servizio le seguenti tipologie di rifiuti:

- I rifiuti residui della precedente opera di bonifica, da allora stoccati in cumuli fuori terra (Paragrafo 2.7);
- I terreni residui da scavare nella zona già sottoposta a bonifica, dove la contaminazione residua supera le concentrazioni di colonna B (Paragrafo 2.2);
- I riporti e i terreni contaminati da asportare nella zona a sud del Canale Minera, ancora non bonificata (Paragrafi 2.3 e 2.4).

Prima dello smaltimento, i rifiuti dovranno essere sottoposti ad analisi di omologa, per partite omogenee (stesso scavo di provenienza) e per lotti (per esempio, ogni 1.000 m^3). Si verificherà così il rispetto dei requisiti imposti dalla norma per l'accettabilità nel deposito (Paragrafo 4.1).

4.5.1 Cumuli fuori terra

Per quanto concerne i cumuli fuori terra ancora presenti sulla superficie dell'Area 3, essi sono già stati oggetto di numerose analisi di caratterizzazione ai fini dello smaltimento, i cui risultati sono riportati nell'Allegato A01. Si dispone dunque di 53 analisi sul tal quale dei 26 cumuli presenti nel sito, effettuate tra il 2007 e il 2011 da due diversi laboratori. Non si ritiene quindi necessaria alcuna analisi ulteriore per questi materiali che hanno un volume complessivo di circa 7.000 m^3. Di questi, si stima che il 40% circa debba trovare collocazione nel volume di messa in sicurezza permanente, mentre il resto risulta compatibile con il riutilizzo all'interno del sito.

Le analisi sul tal quale mostrano valori conformi allo smaltimento in discarica per rifiuti non pericolosi per quanto riguarda i valori di pH e di umidità. Per quanto riguarda gli organici persistenti, si è verificato un superamento del limite per i PCB (10,5 mg/Kg contro un massimo di 10) nel cumulo CT05 analizzato nel 2011. Questa informazione deve essere tuttavia controllata nuovamente, poiché nello stesso cumulo l'analisi precedente (del 2008) aveva fornito un valore di concentrazione di 0,02 mg/Kg. Negli altri cumuli solo raramente si supera 1 mg/Kg di PCB, con un massimo di 3,1 nel cumulo CE1. Il carbonio Organico Totale è sempre inferiore al limite di accettabilità, con un massimo del 3% nel cumulo CE4.

Si dispone inoltre dei risultati di 33 test di cessione effettuati sui cumuli (anch'essi riportati nell'Allegato A01). Le analisi sull'eluato non mostrano alcun superamento dei limiti di concentrazione per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi secondo il D.M. 27/09/2010 e s.m.i. (Tabella 4-1).

4.5.2 Terreni provenienti dall'area Nord Minera

Come già accennato, i collaudi eseguiti al termine dei precedenti lavori di bonifica della porzione del sito ex AFIM a nord del Canale Minera hanno mostrato, in tre diversi punti (CL5 parete est, CL6 fondo, DL6 parete nord), alcuni superamenti dei limiti di Colonna B (Tabella 1, Titolo V, D.Lgs. 152/06). Questi terreni, che saranno come altri

(superamenti di Colonna A) oggetto della ripresa degli scavi di bonifica in quest'area, non possono essere reimpiegati nel sito, per via della loro qualità, e devono quindi essere smaltiti.

Le analisi effettuate nel 2008 sui terreni di fondo scavo erano naturalmente improntate alla verifica degli obiettivi di bonifica sulla matrice terreno, e forniscono quindi solo informazioni indirette in merito al comportamento dei materiali di scavo in qualità di rifiuti. Le analisi di omologa sui terreni da smaltire, una per ogni punto di approfondimento, verranno quindi eseguite a valle dei futuri scavi e del trattamento di vagliatura dei materiali estratti.

I superamenti di Colonna B riscontrati in fase di collaudo riguardano le concentrazioni di idrocarburi (valore massimo 1.300 mg/Kg), Zinco (1.769 mg/Kg nel solo punto CL5), e PCB (21 mg/Kg nel solo punto DL6, che sarà oggetto di nuova indagine in quanto estremamente superiore ai valori ritrovati in tutto il resto dell'area).

La concentrazione di PCB sul tal quale, da verificare, potrebbe rendere i materiali di risulta dallo scavo di approfondimento della parete nord in DL6 incompatibili con lo smaltimento nel deposito *on site*. Il volume stimato ammonta tuttavia a soli 15 m^3, che saranno eventualmente smaltiti in impianti autorizzati esterni. Gli altri superamenti non dovrebbero presumibilmente destare preoccupazioni ai fini dello smaltimento.

4.5.3 Terreni e riporti provenienti dall'area Sud Minera

Come descritto ai Paragrafi 2.3 e 2.4, le informazioni ottenute con la caratterizzazione del sito ex AFIM eseguita nel 2003/2004 non erano sufficienti per individuare la geometria della contaminazione presente nell'Area 3 e in parte dell'Area 2. Dopo i primi lavori di bonifica, che non hanno interessato queste aree, sono state eseguite dunque due nuove campagne di caratterizzazione, nel 2009 e nel 2015/2016.

Nell'Area 3, in particolare, la contaminazione non può essere ricondotta direttamente all'attività imprenditoriale della ex AFIM. Gli inquinanti si ritrovano infatti in uno strato di riporti sopra il piano campagna naturale, effettuati con materiale eterogeneo, presumibilmente allo scopo di realizzare nuovi piazzali e capannoni a servizio dell'acciaieria. Il modello concettuale del sito assume quindi, in questa zona, un assetto diverso da quello della zona produttiva vera e propria. Lo spessore di tali riporti è stato indagato nelle successive fasi della caratterizzazione e risulta molto vario: in alcuni punti, all'estremità occidentale dell'area, raggiunge la profondità di 6 m, mentre altrove, soprattutto all'estremità orientale, risulta molto più sottile, fino a 1 m.

Nell'ambito dell'ultima campagna, nella primavera del 2015, sono stati sottoposti ad analisi campioni di terreni e riporti provenienti dall'Area 3 e dalla zona dell'ex parco rottami, anche in qualità di rifiuti. Per queste aree si dispone dunque di 17 analisi sul tal quale e di 8 test di cessione: i relativi risultati sono riportati nell'Allegato A01.

Le analisi sul tal quale presentano valori piuttosto elevati di alcuni metalli e, limitatamente al parco rottami, concentrazioni comunque contenute di idrocarburi, che altrove sono quasi assenti. Le concentrazioni negli eluati sono risultate sempre abbondantemente inferiori ai limiti di Tabella 5a, D.M. 27/09/2010 e s.m.i.. Anche i campioni con le più elevate concentrazioni di piombo, rame e zinco nel tal quale,

presentano eluati con concentrazioni di ordini di grandezza inferiori ai limiti di norma. Per questi materiali di riporto non dovrebbero quindi esservi problemi di accettabilità nel volume di messa in sicurezza permanente.

Per avere ulteriori informazioni utili alla previsione dell'accettabilità dei rifiuti della bonifica nel deposito *on site* sono stati esaminati anche tutti i dati raccolti sulla qualità dei terreni nella prima fase di caratterizzazione dell'aprile 2003. In particolare,

- nella porzione di Area 2 ancora da bonificare ricadono i seguenti punti: SE2, SE10, SE16, SE17, SE19, SE20bis, SE20ter, SE21, SE21bis, SG1, SG4, SG8, SG9;
- nell'Area 3 ricadono invece: SE3, SE4, SE5, SE6, SE7, SE8, SE9, SE20, SG5.

Alcuni di questi campioni rivelano concentrazioni molto elevate di diversi metalli (cadmio, cromo, nichel, piombo, rame, zinco), soprattutto nei materiali di riporto presenti nella porzione occidentale dell'Area 3. In alcuni casi le concentrazioni potrebbero essere tali da rendere i rifiuti classificabili come pericolosi. Se tuttavia gli eluati fossero, come nel caso delle analisi citate in precedenza, conformi alla Tabella 5a, gli stessi materiali potrebbero essere compatibili con lo smaltimento in discarica per rifiuti non pericolosi.

Lo screening sulle concentrazioni delle sostanze pericolose, sia nei cumuli che nei materiali ancora da scavare, effettuato di recente utilizzando per la classificazione dei rifiuti le modalità di calcolo previste dalla normativa vigente in materia, ha definito alcuni campioni come potenzialmente pericolosi, per classe di pericolo HP 14 – ecotossico. Pertanto, secondo quanto previsto dalla medesima normativa, sono stati effettuati **dei test di ecotossicità** per la verifica in campo dei risultati dello screening preliminare, basato sulle concentrazioni. Per questo scopo sono stati scelti i due campioni (dai sondaggi SE22BIS-B e SE9-B) che hanno presentato i più alti valori di contaminazione, in tutte le fasi di caratterizzazione. I campioni sono stati quindi inviati al laboratorio Geambiente nei mesi di ottobre e novembre 2018. I campioni sono stati sottoposti ai test per la verifica dell'inibizione della crescita algale EC50, della tossicità acuta con Daphnia Magna EC50 e del saggio di tossicità acuta su pesci LC50. Tutti i risultati hanno dato come esito:

"*I campioni nelle condizioni sperimentali indicate dai metodi di riferimento applicati risulta essere NON PERICOLOSO PER L'AMBINTE in quanto:*

- *non ha presentato fenomeni di tossicità acuta nei confronti del crostaceo cladocero d'acqua dolce Daphnia Magna;*
- *non ha presentato fenomeni di tossicità acuta nei confronti del pesce d'acqua dolce Brachydanio rerio;*
- *non ha presentato fenomeni di tossicità nei confronti dell'alga unicellulare Pseudokirchneriella subcapitata"*

I risultati dell'indagine sono riportati in Appendice alla presente relazione.

Se i campioni con le più alte concentrazioni di contaminanti, superiori in alcuni casi di vari ordini di grandezza rispetto a quelli presenti negli altri campioni prelevati da tutta l'area ex Afim, non sono risultati ecotossici, a maggior ragione si può supporre che tutti gli altri campioni, caratterizzati dalla presenza degli stessi contaminanti ma in concentrazioni inferiori, siano quindi da considerare NON ECOTOSSICI.

Nell'area 3-1, dove si concentra la massima contaminazione dei riporti (e il loro massimo spessore), si verifica anche la presenza di concentrazioni elevate di idrocarburi (fino a 45.000 mg/KgSS in SE6 a 0,5 m di profondità): si tratta comunque di un dato piuttosto isolato, che dovrà essere verificato con attenzione all'atto degli scavi.

Sulla base dell'attento esame di tutti i dati finora raccolti, si può ipotizzare dunque che la quasi totalità dei materiali non reimpiegabili prodotti dai futuri interventi di bonifica possa essere ammessa allo smaltimento entro il volume di messa in sicurezza permanente qui proposto. Naturalmente questa circostanza dovrà essere verificata a valle degli scavi, sottoponendo ad analisi di omologa a campione i rifiuti, man mano che essi verranno prodotti. Eventuali rifiuti non compatibili verranno avviati a smaltimento presso impianti autorizzati esterni.

4.6 Impermeabilizzazione del deposito

L'isolamento dell'intero volume di messa in sicurezza permanente verrà realizzato con strati di impermeabilizzazione e di drenaggio dei liquidi, sia sopra che sotto il corpo del deposito, riempito con i terreni e i riporti contaminati. Nei paragrafi seguenti se ne dettaglieranno le caratteristiche.

4.6.1 Isolamento del fondo

Il fondo dello scavo di preparazione del volume di messa in sicurezza permanente è illustrato in Tavola T16. Le quote di fondo scavo sono comprese tra 218 m s.l.m. all'estremità meridionale e 216 m s.l.m. a quella settentrionale, per garantire il convogliamento dei liquidi verso i tre punti di raccolta appositamente predisposti (Paragrafo 4.7). La tavola T16 illustra l'intera superficie del deposito, che verrà tuttavia scavata e riempita in diverse fasi, suddividendola in tre lotti funzionali (Tavola T24).

Come illustrato in Tavola T21, all'estremità occidentale dell'Area 3 il volume degli scavi di bonifica eccede di gran lunga quello del volume di messa in sicurezza permanente. In corrispondenza della Sezione 3, lo scavo risulta più profondo di quasi 2 m: in questa zona, il fondo del deposito di rifiuti dovrà essere quindi preparato riportando inerti conformi ai limiti qualitativi di Colonna B, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V, Parte IV, D.Lgs. 152/06, reperiti nel resto dell'area di intervento.

Sulla superficie così ottenuta verrà stesa l'impermeabilizzazione di fondo. Come accennato al Paragrafo 4.2, essa sarà costituita da uno spessore di 50 cm di argilla con permeabilità inferiore a 10^{-9} m/s, posata in due strati, di 25 cm ciascuno, compattati singolarmente fino a raggiungere la densità ottimale.

L'argilla sarà stesa uniformemente sul fondo e sulle pareti del deposito, che avranno una pendenza tale (1:2) da consentire una agevole posa degli strati.

L'impermeabilizzazione minerale sarà completata con la posa, sull'intera superficie, di una geomembrana in polietilene ad alta densità, dello spessore di 2 mm. Il piano di posa della geomembrana, sul fondo del deposito, è compreso tra le quote 218,5 m s.l.m. all'estremità meridionale e 216,5 m s.l.m. a quella settentrionale. In sommità, la

geomembrana sarà risvoltata sopra i rifiuti, al termine dei loro conferimenti. I manti di polietilene saranno saldati a doppia pista in opera, in modo da ottenere una superficie continua, perfettamente impermeabile.

La geomembrana sarà protetta da un pesante (600 g/m^2) geotessuto in polipropilene, posato sul fondo e sulle pareti del deposito, seguendo la linea di massima pendenza. I lembi dei teli dovranno essere sovrapposti per un'ampiezza minima del sormonto di 50 cm. Completati i conferimenti, l'abbondanza sarà risvoltata sulla superficie dei rifiuti deposti.

4.6.2 Isolamento della superficie

Una volta terminati i conferimenti dei terreni e dei riporti contaminati entro il deposito, ciascuno dei lotti funzionali verrà completato con la copertura impermeabile superficiale. La struttura di tale copertura è illustrata in Tavola T20.

L'impermeabilizzazione di superficie sarà realizzata con uno spessore di 50 cm di argilla con permeabilità inferiore a 10^{-8} m/s, anche questa posata in due strati, di 25 cm ciascuno, compattati singolarmente fino a raggiungere la densità ottimale.

Lo strato impermeabile sarà protetto con un geotessuto in polipropilene di medio spessore (400 g/m^2), steso sull'intera superficie, fino a raggiungere e coprire il bordo interno della canaletta di raccolta delle acque meteoriche (Paragrafo 4.8). I lembi dei teli dovranno essere sovrapposti per un'ampiezza minima del sormonto di 50 cm.

4.7 Gestione del percolato

L'acqua percolata attraverso i terreni e i riporti contaminati abbancati entro il deposito deve essere raccolta sul fondo e convogliata ad un sistema di sollevamento, per essere estratta dal volume di messa in sicurezza permanente ed evitare che alla sua base si accumuli un battente idrico. A tale scopo, l'intera superficie del fondo impermeabilizzato sarà ricoperta con un dreno in ghiaia continuo, spesso 50 cm. La sommità del dreno sarà compresa tra le quote 219 e 217 m s.l.m., con una pendenza minima del 3%.

Come più volte accennato, il deposito sarà realizzato per fasi, in tre lotti funzionali distinti. Ogni lotto sarà equipaggiato con un sistema di raccolta e sollevamento del percolato indipendente (Tavola T22). Al centro del lotto, nella depressione creata longitudinalmente, sarà posata una tubazione di raccolta del percolato che avrà una pendenza minima del 3%. Si tratta di un tubo in polietilene ad alta densità fessurato nei 2/3 superiori, di diametro esterno pari a 200 mm e spessore maggiore di 18 mm. La tubazione termina in un pozzetto di raccolta, riempito con ghiaia di granulometria più grossolana rispetto a quella del drenaggio di fondo.

Il diametro del tubo è stato scelto in modo da garantirne l'ispezionabilità. Allo stesso scopo, il tubo è collegato, attraverso un tratto curvo, a una identica tubazione cieca, posata lungo la parete del deposito, che sbocca nella stazione di sollevamento del percolato (Tavola T22). Lo sbocco rimarrà normalmente chiuso, con una flangia cieca, salvo in caso di necessità di ispezione. Il piano di scorrimento dei liquidi non fessurato,

nel terzo inferiore della sezione di drenaggio, garantirà un agevole passaggio dell'eventuale telecamera o della sonda utilizzata per lo spurgo.

In corrispondenza del pozzetto di raccolta del percolato, sul fondo del deposito, la geomembrana sarà protetta da un geotessuto in polipropilene più pesante (800 g/m^2), in aggiunta a quello che copre il resto del fondo (Paragrafo 4.6.1).

Il sollevamento del percolato è garantito da una pompa centrifuga sommersa che viene calata sul fondo del pozzetto attraverso una tubazione dedicata, posata accanto a quella per l'ispezione del drenaggio (Tavola T22). Questo secondo tubo ha le stesse caratteristiche del precedente ma diametro maggiore, pari a 315 mm. L'estremità inferiore è protetta con una griglia e quella superiore, nella stazione di sollevamento del percolato, è chiusa con una flangia, che viene aperta per calarvi la pompa.

4.8 Gestione delle acque meteoriche

Le acque meteoriche precipitate sul volume di messa in sicurezza permanente devono essere allontanate prima che possano entrare in contatto con i terreni e i riporti contaminati smaltiti entro il deposito, per evitare che esse si trasformino in percolato. Per questo motivo, appena terminati i conferimenti, ogni lotto sarà concluso con la prevista copertura impermeabile superficiale. Ad essa si associano il drenaggio e la raccolta delle acque superficiali, come illustrato in Tavola T20.

Il drenaggio di copertura, come quello di fondo, sarà realizzato in ghiaia e avrà uno spessore di 50 cm. Tra l'argilla e la ghiaia sarà steso un tessuto non tessuto di separazione, per evitare la commistione tra i due strati, le cui funzionalità (impermeabilizzazione/drenaggio) devono essere mantenute ben distinte. Le acque che si raccolgono nel drenaggio vengono recapitate al bordo del deposito, dove corre una canaletta perimetrale. Il ruscellamento delle acque meteoriche verso la canaletta è garantito dalla pendenza attribuita alle coperture, pari al minimo al 6%.

La canaletta accoglie sia le acque scolanti sulle coperture finite, dall'interno del deposito, sia quelle precipitate nello spazio circostante, e le allontana per recapitarle infine al Torrente Garza.

La dimensione della canaletta è stata verificata con le portate attese negli eventi critici di breve durata e di forte intensità. La portata massima da convogliare è stata calcolata con il metodo di De Martino, considerando la precipitazione massima registrata presso la vicina stazione ARPA di Caino negli anni 2006-2018. Sono stato prese in considerazione la pioggia massima per una durata di 10 minuti (minimo intervallo temporale di registrazione presso la stazione), pari a 16,6 mm, e quella oraria, pari a 34,8 mm.

La canaletta perimetrale sarà realizzata in acciaio zincato corrugato, e sarà larga 60 cm, come illustrato in Tavola T23. La portata d'acqua smaltibile è stata calcolata con il metodo Chezy/Kutter per tubi circolari e il confronto con la massima portata di pioggia ha dato esito positivo.

La canaletta sarà posata con una pendenza regolare, a partire dallo spigolo nordorientale per terminare in un pozzetto posto in corrispondenza dello spigolo sudoccidentale, dal quale l'acqua verrà scaricata in una tubazione che recapita nel

vicino Torrente Garza. Anche questo scarico è realizzato con un tubo in polietilene ad alta densità, con le stesse caratteristiche descritte al Paragrafo 4.7, e avrà diametro esterno pari a 315 mm.

Il pozzetto di raccolta delle acque prima dello scarico potrà fungere da punto di controllo per il monitoraggio della qualità delle acque scaricate nel corso d'acqua superficiale.

4.9 Copertura vegetale

La copertura del deposito sarà completata, sopra il drenaggio descritto al paragrafo precedente, da uno strato di terreno di coltivo nel quale si metterà a dimora una fitta vegetazione. Tutta la superficie del volume di messa in sicurezza permanente sarà coperta di essenze erbacee ed arbustive, così come i terreni al contorno, in accordo con la destinazione futura della porzione meridionale dell'area di intervento.

Questa zona sarà infatti destinata ad ospitare la viabilità locale, secondo un progetto che verrà ulteriormente sviluppato dal comune di Nave, ed una pista ciclabile per consentire la fruizione ricreativa della sponda settentrionale del Torrente Garza (Capitolo 5). Gli edifici oggetto del progetto di sviluppo urbanistico dell'area saranno dislocati nella porzione settentrionale, a nord del volume di messa in sicurezza permanente: il lato nord della pista che contorna il deposito lambirà il limite dei parcheggi a servizio della prevista area commerciale. Il lato sud della stessa pista, che costeggia il torrente, diverrà invece parte della futura pista ciclabile.

L'area in questione occupa una superficie di 20.000 m^2 circa, che sarà interamente destinata a verde, a meno delle strade e delle piste citate. L'area del deposito, le superfici al contorno della pista perimetrale e la scarpata che digrada verso l'alveo del torrente, saranno completamente inerbite e arricchite con macchie di arbusti. Questi saranno particolarmente folti ai lati della pista ciclabile, in modo da scoraggiare l'accesso all'area del deposito a nord e da proteggere la scarpata del torrente a sud, garantendo così la sicurezza dei frequentatori della pista. Lungo il muro di contenimento meridionale si introdurranno inoltre specie rampicanti, che copriranno il paramento esterno del manufatto in cemento armato, riducendone l'impatto visivo. A lato della pista ciclabile si disporrà infine un filare di alberi ad alto fusto, mentre lungo il lato orientale del deposito si realizzerà una copertura boschiva.

4.9.1 Scelta delle essenze vegetali

Affinché le opere di recupero ambientale possano garantire la mitigazione dell'intervento di messa in sicurezza permanente, la loro progettazione deve essere in primo luogo finalizzata alla salvaguardia e alla valorizzazione della matrice ambientale esistente, oltre che alla riduzione della percezione dell'opera. Le aree oggetto di mitigazione a verde non risulteranno quindi avulse dal contesto territoriale, ma riprenderanno gli elementi tipici del paesaggio locale, con l'intento di aumentarne la potenzialità biologica.

La scelta della tipologia vegetazionale riguarderà pertanto specie strettamente autoctone, riconducibili alla vegetazione potenziale della specifica area di intervento. Di

seguito si propone un elenco indicativo di specie che potrebbero essere utilizzate negli interventi di riequipaggiamento arboreo – arbustivo dell'area:

specie arboree	***specie arbustive***
Acer campestre	*Berberis vulgaris*
Malus sylvestris	*Corylus avellana*
Alnus glutinosa	*Crataegus azarolus*
Salix alba	*Crataegus monogyna*
Populus nigra	*Euonimus europaeus*
Prunus avium	*Cornus sanguinea*
Prunus padus	*Cornus mas*
Tilia cordata	*Ligustrum vulgare*
Carpinus betulus	*Prunus spinosa*
Quercus robur	*Rosa canina*
Quercus petraea	*Salix caprea*
Sorbus domestica	*Sambucus nigra*
Sorbus torminalis	*Viburnum lantana*
	Hedera helix.

Per quanto riguarda la copertura erbosa, si propone la seguente miscela (20g/m^2, 70% graminacee, 30% leguminose):

specie erbacee	
Agrostis stolonifera	*Medicago sativa*
Bromus erectus	*Vicia sativa*
Dactylis glomerata	*Phleum pratense*
Festuca pratensis	*Poa pratensis*
Lolium multiflorum	*Trifolium pratense*
Lolium perenne	*Trifolium repens.*

4.9.2 Modalità di intervento

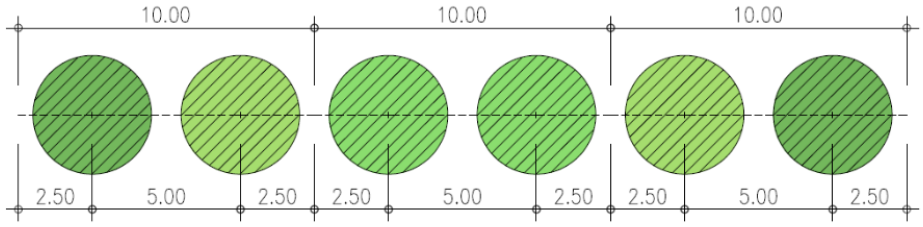
La realizzazione delle opere a verde avverrà attraverso quattro diversi interventi di rivegetazione della porzione meridionale dell'area bonificata:

1. lungo la pista ciclabile, sul lato meridionale, si realizzerà un filare di alberi di seconda grandezza (es: *Acer campestre*);
2. lungo il muro di contenimento meridionale, sulla sponda del Torrente Garza, verranno messi a dimora dei rampicanti (es.: *Hedera helix*), che possano con il loro sviluppo ricadere sopra il muro stesso, mascherandolo;
3. l'area posta all'estremità orientale dell'area di progetto potrà ospitare una formazione arboreo-arbustiva caratterizzata dalle essenze citate in precedenza (Paragrafo 4.9.1, es.: tra gli alberi, *Alnus glutinosa, Salix alba, Populus nigra, Tilia cordata, Quercus robur,* etc., e tra gli arbusti*, Corylus avellana, Prunus spinosa, Rosa canina, Sambucus nigra, Viburnum lantana,* etc.);
4. sul corpo del deposito destinato allo smaltimento dei terreni e dei riporti contaminati si realizzerà una copertura erbosa mediante idrosemina, con lo scopo di rinverdire l'intera superficie, a meno della strada sommitale, e di

stabilizzare il terreno di copertura; si creeranno inoltre macchie arbustive sparse, composte con essenze selezionate tra quelle elencate al Paragrafo 4.9.1 (es.: *Crataegus azarolus, Crataegus monogyna, Euonimus europaeus, Cornus sanguinea, Cornus mas, Ligustrum vulgare*, etc.).

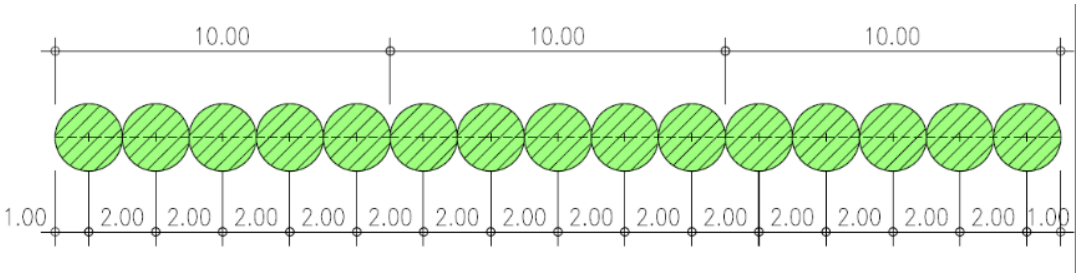
4.9.3 Filare alberato

I filari sono elementi vegetali a sviluppo lineare, capaci di strutturare e caratterizzare il paesaggio. Sono costituiti in genere da una serie di esemplari arborei equidistanti di una o più specie, allineati per lo più ai tracciati delle strade (in questo caso, della futura pista ciclabile), dei corsi d'acqua o dei confini di proprietà. I filari alberati risultano particolarmente importanti nelle dinamiche di *connessione* fra i differenti elementi del paesaggio vegetale. Il sesto di impianto prevede una distanza di 5 m tra gli alberi.



4.9.4 Copertura di sponda del Torrente Garza

La sommità della sponda del Torrente Garza, lungo tutto il futuro sviluppo del volume di messa in sicurezza permanente, è attualmente delimitata dal muro in cemento armato di contenimento del rilevato della ex acciaieria. Gran parte del muro di cinta meridionale verrà demolita ma la fondazione e una piccola porzione della base rimarranno in posto. Su quest'ultima verrà fatta ricadere una copertura vegetale, tale da mitigare la percezione visiva del muro dall'altra sponda del torrente. A questo scopo si disporranno delle essenze rampicanti, lungo una fila, a una distanza d'impianto di 2 m. A seguito della messa a dimora delle piante, esse verranno condotte sopra il muro residuo mediante legacci e tutori, favorendo così la progressiva copertura delle superfici.

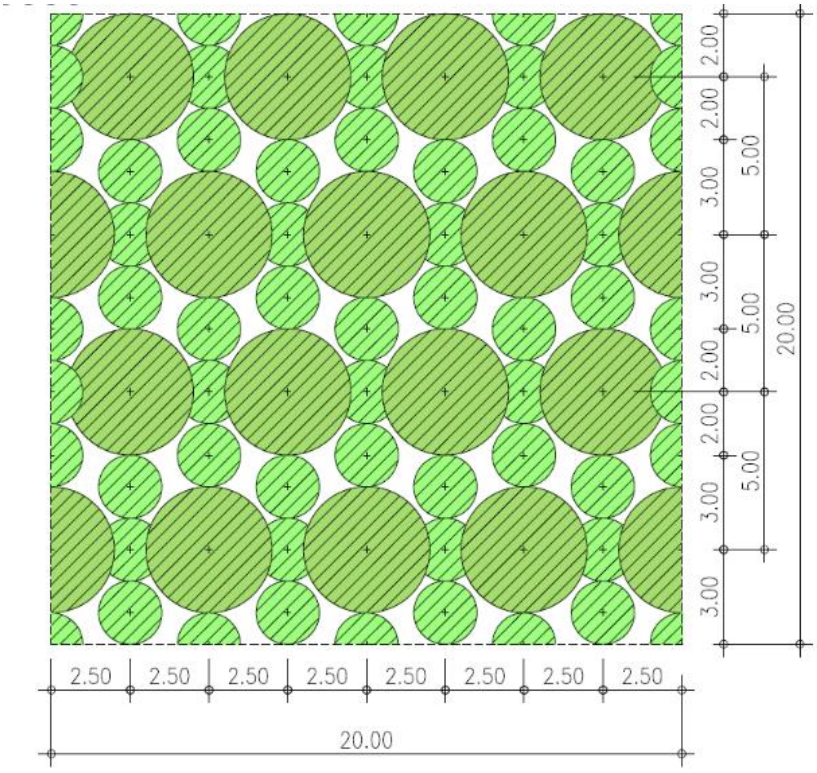


4.9.5 Boschetto di neo-formazione

Le aree a bosco rivestono, anche in situazioni di superfici contenute, un ruolo ecologico importante, permettendo di migliorare il valore biologico dell'area di progetto, soprattutto quando tali formazioni arboreo-arbustive sono messe in relazione con altri

elementi del paesaggio, quali corridoi fluviali, filari, siepi e macchie arbustive, come nel caso in esame.

Il sesto di impianto prevede una distanza di 5 m tra gli alberi e di 2 m tra gli arbusti. La presenza degli arbusti, tra le file di alberi, ha la funzione di favorire la crescita delle specie arboree, ostacolando la copertura del suolo da parte di specie infestanti, come il rovo (*Rubus ulmifolius*), e di specie esotiche. Il tipologico di seguito riportato considera l'impiego di piantine forestali di età compresa tra 1 e 5 anni.

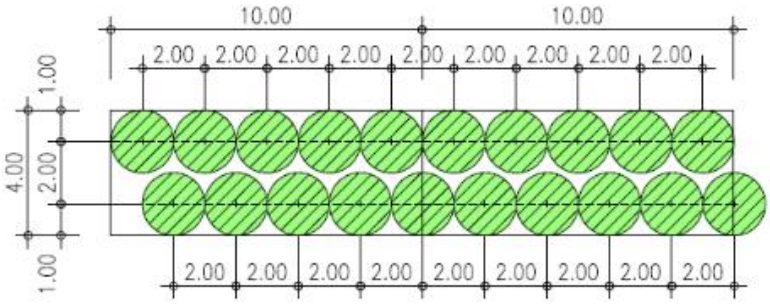


4.9.6 Copertura del volume di messa in sicurezza permanente

Come già accennato, il corpo del deposito destinato allo smaltimento dei terreni e dei riporti contaminati sarà coperto da un prato, su tutta la superficie non occupata dalla futura strada. La copertura erbosa sarà realizzata con una miscela di essenze graminacee e leguminose, scelte tra quelle elencate al Paragrafo 4.9.1.

Sulla superficie del deposito si alterneranno inoltre alcune macchie arbustive, che costituiscono un elemento fondamentale di valorizzazione ecologica del paesaggio: la successione irregolare delle macchie consentirà la creazione di corridoi ecologici, fondamentali per la vita sia animale che vegetale, nonché preziosi elementi di presidio idrogeologico e di protezione dal vento. Nel caso specifico, le macchie arbustive offrono inoltre un ottimale effetto di mascheramento, su una superficie che non consente l'impianto di specie arboree per via del ridotto spessore delle coperture del deposito.

Il modello di base è composto da filari affiancati a file sfalsate, a distanza di 2 metri, con arbusti disposti in modo alternato sulle due file, a distanza di 1 metro.


10.00
10.00
2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00
1.00
4.00
2.00
1.00
2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00

5 ASSETTO FUTURO DELL'AREA

Nel presente capitolo vengono forniti alcuni cenni sull'assetto futuro dell'area, così come previsto allo stato attuale. Le scelte urbanistiche influiscono sul progetto di bonifica, definendo sia gli obiettivi di qualità dei suoli da raggiungere nelle varie aree, sia la restituzione delle quote di riempimento degli scavi laddove sono previsti edifici con presenza di interrati.

In ogni caso, i perimetri qui considerati delle aree con destinazione residenziale/verde o commerciale/industriale, costituiranno un vincolo per ogni soluzione urbanistica che verrà identificata sull'area.

Gli obiettivi di bonifica sono stati fissati nel Piano di Governo del Territorio approvato da Comune di Nave con deliberazione di Consiglio Comunale n. 2 in data 05 gennaio 2013, che prevede lo sviluppo di tutta l'area soggetta a bonifica attraverso l'attuazione del P.I.I. 01 AFIM.

Il P.I.I. 01 AFIM prevede a grandi linee le seguenti indicazioni:

Vocazioni funzionali:

- Residenziale (libera/EC),
- Commerciale ESV e MSV (sono vietate le GSV);

Criteri di Intervento:

- Possibilità di suddividere l'intervento in due sub-comparti (nord e sud). Ciascun sub-comparto sarà attuabile solo dopo il collaudo della bonifica sulle relative aree.
- Trattandosi di area industriale dismessa a destinazione prevalentemente residenziale, si dovrà effettuare, ai sensi dell'art. 242 del D. lgs. 152/06 e s.m.i., un'indagine preliminare sulle matrici ambientali, tesa alla verifica del rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) di cui alla colonna A, della Tabella 1, dell'Allegato 5, della parte IV, Titolo V, del D. lgs. 152/06 e s.m.i.; si precisa che la destinazione residenziale verrà attuata nella porzione nord del comparto, mentre quella commerciale verrà collocata nella porzione sud;
- Stipula di unica convenzione;
- Realizzazione viabilità collegamento est-ovest quale op. di urbanizzazione primaria;
- La rotatoria per innesto al nuovo ponte verrà definita in sede di progettazione del P.I.I.;
- Realizzazione e cessione piazza pubblica dimensionata anche per eventuale mercato settimanale quale opera di urbanizzazione primaria. Qualora l'uso mercatale venisse confermato dal progetto di P.I.I. che verrà approvato, l'opera si qualificherebbe come urbanizzazione secondaria;

- Formazione viabilità di servizio allo stesso comparto, quali opere di urbanizzazione primaria.

Poiché la convenzione indicata nel P.I.I. era scaduta, è stata recentemente approvata dal Consiglio Comunale di Nave la Delibera N° 58 del 10/06/2019, che identifica compiutamente le aree con destinazione verde/residenziale, quelle con destinazione commerciale/residenziale e le quote di restituzione degli scavi in corrispondenza dei futuri prevedibili edifici con presenza di interrati.

Tali indicazioni sono contenute nell'Allegato C alla delibera, riportato nella

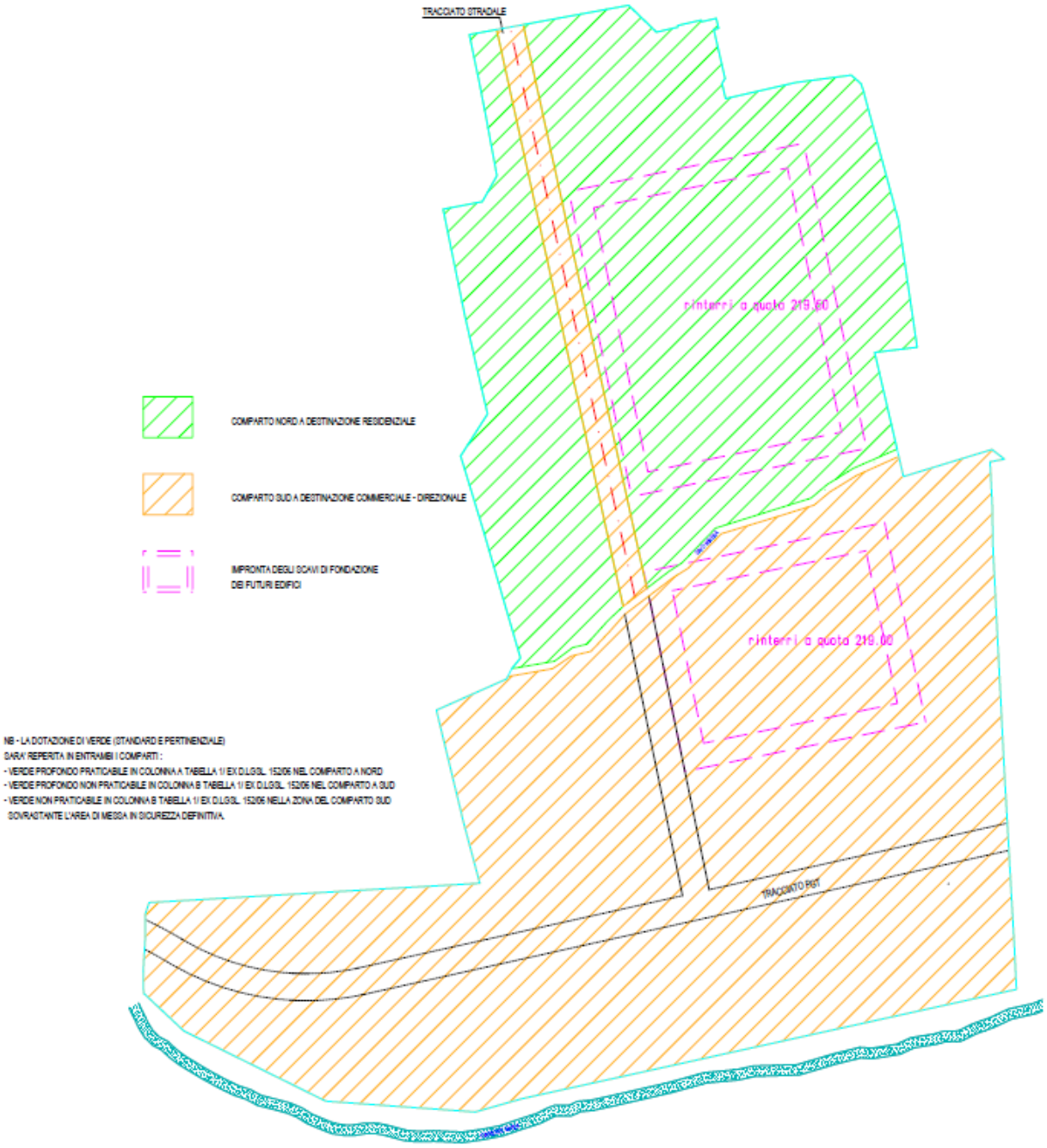


Figura 5-1.

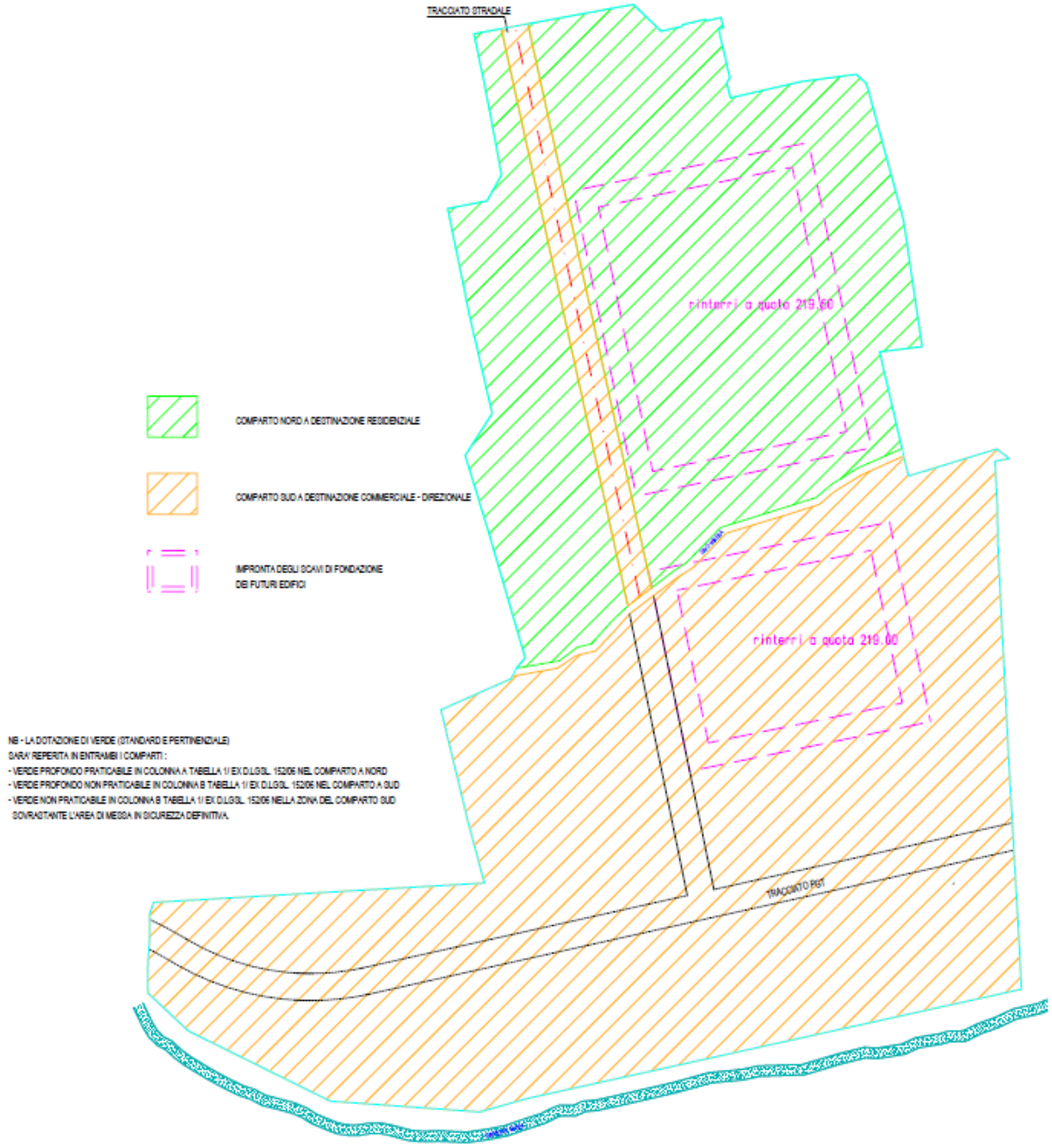


Figura 5-1 Allegato C alla delibera del Consiglio Comunale di Nave N° 58 del 10/06/2019

Nell'Allegato C si identificano le aree a nord del Canale Minera con obiettivi a destinazione verde/residenziale, tranne che per la viabilità principale con direzione nord/sud che mantiene obiettivi di destinazione commerciale/industriale; tutta la porzione del sito a sud del Canale Minera, inclusa l'Area 4, avrà invece destinazione commerciale/industriale.

Il precedente progetto, presentato in passato dal proponente e ritenuto tuttora valido (Paragrafo 5.1), identificava due aree con presenza di edifici con piani interrati: in

queste aree è prevista la restituzione a quote inferiori rispetto al piano campagna originale (posto a quote comprese intorno ai 123 m s.l.m.) e più precisamente a +219,50 m s.l.m. e +219,00 m s.l.m, rispettivamente.

È inoltre indicata la traccia della viabilità che interessa l'area a sud del Minera (in particolare n corrispondenza dell'Area 3 e dell'Area 4).

La presente variante al progetto di bonifica introduce in più una nuova area boscata all'estremità orientale dell'area e l'arricchimento della copertura vegetale nella zona meridionale, in prossimità della sponda del Torrente Garza, nonché una copertura a verde di tutta la superfice occupata dal volume di messa in sicurezza permanente. La superficie a sud del previsto asse stradale est-ovest (Paragrafo 5.2), in particolare, sarà restituita alla fruizione pubblica, anche mediante la realizzazione della pista ciclabile.

5.1 Piano di intervento urbanistico

Il Piano di Intervento a cui si fa riferimento è quello contenuto nella Tav. 38 redatta nell'ottobre del 2011 dallo Studio di Ingegneria Faroni. Gli elementi principali di tale piano vengono mantenuti validi, come confermato dalla proprietà e da parte dei suoi consulenti urbanistici.

In particolare, come indicato nell'estratto della Tav. 38 riportato in Figura 5-2, viene mantenuta:

- per l'area a nord del Minera la realizzazione degli edifici residenziali a 3 piani e a 3 piani / 2 piani + portico con giardini interni;
- per l'area a sud del Minera la realizzazione dell'edificio a forma di C rovesciata a carattere commerciale, monopiano tranne che nella porzione centrale, in cui sono previsti 2 piani.

Tutti questi edifici presentano interrati di un piano sotterraneo.

Sono confermate le posizioni della viabilità principale e locale di servizio attorno agli edifici e quella nord-sud (peraltro prevista nell'Allegato C alla Delibera n. 58 citata in precedenza).

Saranno invece oggetto di futura valutazione la realizzazione delle unità monofamiliari previste lungo il confine occidentale della proprietà e la posizione/dimensione della piazza per il mercato, messa in dubbio dalla presenza del nuovo volume di messa in sicurezza permanente, con dimensioni superiori a quelle previste dal progetto approvato.

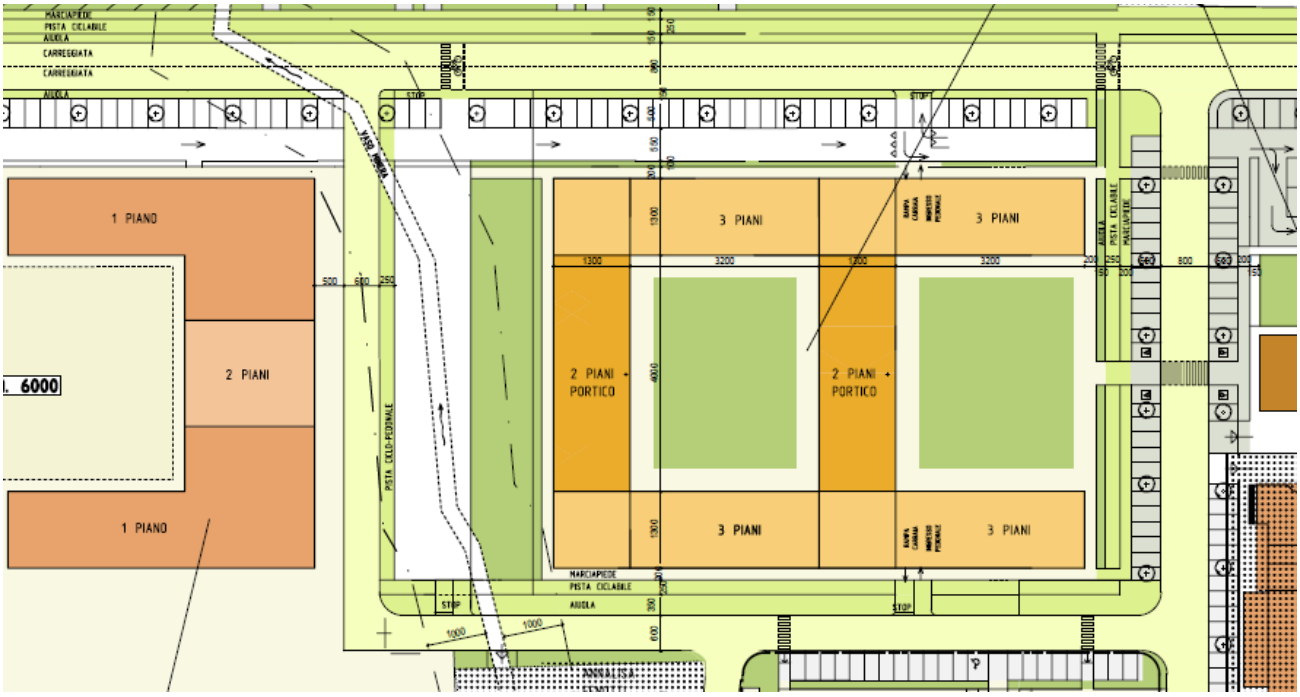


Figura 5-2 Estratto della Tav.38 redatta dallo Studio di Ingegneria Faroni nell'ottobre 2011

5.2 Viabilità futura e sistema fognario

Come accennato in precedenza, la realizzazione di una nuova viabilità di collegamento est-ovest e la predisposizione della viabilità di servizio per i nuovi insediamenti fanno parte delle opere di urbanizzazione primaria concordate con il Comune di Nave in sede di piano di intervento.

Il previsto asse stradale est-ovest è stato traslato leggermente più a nord di quanto inizialmente previsto, a causa della geometria del nuovo volume di messa in sicurezza permanente. La strada occuperà infatti il colmo del deposito, in corrispondenza della mezzeria, e questa risulta spostata più a nord per via della aumentata superficie della messa in sicurezza permanente e della traslazione richiesta dei responsabili di Regione Lombardia, per maggiore salvaguardia del Torrente Garza.

Parallelamente al nuovo asse stradale, sulla sommità della sponda del Torrente Garza in riva destra, si snoderà una pista ciclabile che si assesterà sulla pista perimetrale del volume di messa in sicurezza permanente (Tavola T26).

Al di sotto della pista ciclabile correrà il nuovo tratto di fognatura, da realizzare per sostituire la tubazione attualmente in esercizio, dove questa interferisce con gli scavi di bonifica. La nuova tubazione sarà posata durante la prima fase del cantiere, quando verrà bonificata la fascia di terreni e riporti contigua al muro di cinta meridionale (paragrafo 3.4.1) e sarà poi ricostituita la spalla meridionale del volume di messa in sicurezza permanente.

Sia le strade che la fognatura saranno oggetto di una progettazione specifica, che esula dall'ambito della bonifica dei terreni e dei riporti contaminati.

5.3 Messa in sicurezza permanente dell'Area 4

Come descritto ai Paragrafi 2.5 e 3.1, l'Area 4 è stata oggetto di bonifica nella prima fase dei lavori (2007-2008) e di ripetute campagne di caratterizzazione e di collaudo, al termine delle quali si è stabilito che i riporti più recenti presenti in questo settore dovranno essere oggetto di bonifica o di messa in sicurezza permanente (poiché presentano eluati parzialmente non conformi). La futura destinazione d'uso di quest'area, comune a tutta l'area di intervento a sud del Canale Minera, sarà di tipo commerciale. Il progetto del futuro sviluppo urbanistico dell'area prevede la realizzazione di una strada lungo la fascia centrale dell'Area 4, in continuità con quella (direttrice est-ovest) ipotizzata al centro dell'Area 3 e collegata con la strada comunale (direttrice nord-sud) di accesso alla nuova urbanizzazione. Tutti questi assi stradali saranno tracciati, e in parte utilizzati, nelle successive fasi della futura bonifica (Tavola 26). È importante quindi che le quote future dell'Area 3 e dell'Area 4 siano allineate, come in parte accade già ora, a seguito dei riporti ammassati in Area 4 durante i precedenti lavori di bonifica. Questa circostanza rappresenta una forte motivazione per la scelta di operare con un intervento di messa in sicurezza permanente, limitato all'impermeabilizzazione superficiale dell'area. Scopo principale dell'intervento è quello di prevenire il dilavamento dei riporti non conformi da parte dell'acqua meteorica ricadente sulla superficie, garantendo quindi la messa in sicurezza del materiale.

Tale intervento verrà effettuato al termine dei lavori, quando l'area servizi di cantiere potrà essere smantellata.

Nell'ambito dell'impronta della futura pavimentazione stradale, che coincide con il tracciato della pista di cantiere utilizzata durante i lavori, l'impermeabilizzazione sarà realizzata con l'interposizione di un materassino bentonitico tra la superficie attuale e quella di sottofondazione e regolazione.

Il resto dell'area, non direttamente interessato dalla futura strada, sarà recuperato a verde. Su tale superficie si stenderà uno strato di argilla spesso 50 cm, al di sopra del quale si disporrà uno strato drenante di 30 cm, allo scopo di allontanare le acque meteoriche sgrondandole verso l'esterno del rilevato. La copertura sarà completata con uno strato di terreno naturale di almeno 50 cm che verrà inerbito. Gli ulteriori sviluppi futuri dell'area saranno discussi nell'ambito della progettazione della strada.

Resta comunque aperta l'ipotesi di procedere, al termine dei lavori di bonifica dell'intero sito, con la bonifica anche di quest'ultima porzione. Ferma restando la destinazione d'uso commerciale dell'Area 4, l'eliminazione, completa o parziale, dei riporti non conformi potrebbe consentire di restituire a verde alcune aree che diverrebbero così fruibili dal pubblico senza restrizioni (conformi a Colonna A, Tabella 1, Allegato 5 alla Parte Quarta, Titolo V, D.Lgs. 152/06).

La fattibilità di questa ipotesi è subordinata ai risultati dei precedenti lavori di bonifica: se infatti il volume dei materiali recuperabili dai terreni di risulta degli scavi di bonifica risultasse maggiore di quanto ora ipotizzato (se per esempio la granulometria dei terreni fosse effettivamente più grossolana), si avrebbe, al termine dei lavori, un surplus di volume disponibile per lo smaltimento, che potrebbe essere destinato a contenere i riporti eventualmente scavati dall'Area 4. Analogamente, si produrrebbe un avanzo di inerti di recupero che potrebbero concorrere a ripristinare il rilevato alle

quote necessarie per raccordare le pendici della futura strada al piano campagna circostante.

6 SINTESI DELLE VARIAZIONI APPORTATE AL PROGETTO APPROVATO

Le operazioni fin qui descritte sono tutte volte al completamento delle attività di bonifica dell'area dell'acciaieria ex AFIM cominciate nel 2007 e descritte nel progetto della società Multi Project di Gorizia, successivamente modificato dagli Ingg. Fedrigo e Gorio di Brescia, prima di dare inizio ai lavori (Capitolo 1). I lavori di bonifica del sito si sono infatti interrotti nell'aprile 2008, e devono ancora essere completati.

In questo capitolo vengono riassunte le principali variazioni apportate ai progetti originari nell'ambito di questa variante, mentre le restanti scelte progettuali rimangono ancora valide.

L'originaria suddivisione del sito in quattro aree di intervento è rimasta immutata, e a tali aree si farà riferimento nel seguito.

La bonifica avviene, come previsto, per rimozione dei terreni e dei riporti inquinati, fino a raggiungere, in ogni area, le concentrazioni soglia previste per le rispettive destinazioni d'uso. A tale proposito, sono state introdotte le seguenti varianti:

- gli scavi di bonifica a suo tempo effettuati nell'ambito dell'Area 1 e in parte dell'Area 2 non hanno conseguito ovunque la totale rimozione dei terreni inquinati; per questo motivo sono necessari ora alcuni approfondimenti degli scavi, che produrranno volumi aggiuntivi di terreni di bonifica, inizialmente non calcolati; i punti di collaudo dei fondi scavo sono stati modificati di conseguenza;
- la destinazione d'uso urbanistica delle aree è stata modificata rispetto a quella in vigore all'epoca dei precedenti lavori; tutta la porzione dell'area di intervento posta a sud del corso del Canale Minera è ora destinata ad attività commerciale e/o direzionale (Comune di Nave, Delibera N. 58 del 10/06/2019, Allegato C);
- nell'Area 3 tutti i terreni e i riporti inquinati (cioè eccedenti i limiti di Colonna B, Tabella 1, Allegato 5 alla Parte IV, Titolo V, D.Lgs. 152/06), vengono escavati completamente, eliminando il riferimento alle concentrazioni soglia di rischio precedentemente individuate;
- l'Area 4 è stata oggetto di bonifica nel 2007/08, e a collaudo avvenuto vi sono stati depositati circa 16.000 m^3 di materiali conformi provenienti dal cantiere di bonifica; in seguito, tuttavia, per problemi di logistica del cantiere, su parte della superficie è stato creato (al di sopra di un telo di protezione in materiale plastico) un deposito temporaneo per circa 5.000 m^3 di materiali (di qualità compresa tra i limiti di Colonna A e B); tali riporti sono risultati effettivamente conformi ai limiti di Colonna B ma, alla luce delle indagini di caratterizzazione più recenti, alcuni campioni hanno rivelato un eluato non conforme ai limiti di Tabella 2 (Allegato 5 alla Parte IV, Titolo V, D.Lgs. 152/06); attualmente si rende necessaria dunque la messa in sicurezza permanente di tali riporti, che sarà realizzata con una impermeabilizzazione superficiale; questa operazione non era prevista nel progetto di bonifica originale, poiché l'Area 4 non avrebbe mai dovuto ospitare materiali di risulta degli scavi di bonifica; nel caso in cui, al termine dei lavori, il volume di messa in sicurezza permanente (v. seguito) si rivelasse sovradimensionato rispetto alle effettive esigenze della bonifica, si potrebbe tuttavia valutare l'opportunità di

rimuovere i riporti contaminati dall'Area 4, smaltendoli on site insieme a quelli scavati nell'ambito delle altre aree del sito;

- sull'Area 4 verrà realizzata la zona servizi di cantiere e al suo interno verrà installata una tensostruttura analoga a quella prevista dal progetto originale; tale struttura avrà lo scopo di ospitare il trattamento di vagliatura per il recupero dei materiali, in modo da consentire il proseguimento delle lavorazioni anche in periodi avversi dal punto di vista meteorologico; nella stessa struttura saranno realizzate inoltre due grandi piazzole di stoccaggio, per alloggiarvi i materiali in attesa di trattamento e in particolare eventuali frazioni di qualità dubbia, in attesa della loro caratterizzazione;
- il volume di messa in sicurezza permanente per lo smaltimento dei terreni e dei riporti contaminati verrà realizzato, come previsto, ma avrà dimensioni maggiori, sia in termini di profondità, sia di estensione areale; esso occuperà infatti quasi completamente l'Area 3 e la fascia meridionale dell'Area 2; i pacchetti di copertura sono stati inoltre leggermente modificati;
- nel volume di messa in sicurezza permanente non verranno smaltiti solo rifiuti inerti o inertizzati, bensì, più in generale, tutti i terreni ed i riporti contaminati escavati nel corso delle operazioni di bonifica, purché classificabili come non pericolosi (cioè ammissibili in una discarica per rifiuti non pericolosi secondo il D.M. 27/09/2010 e s.m.i.); solo eventuali rifiuti pericolosi (al momento non previsti) verranno allontanati dal cantiere e smaltiti presso impianti autorizzati esterni;
- di conseguenza, il previsto impianto di inertizzazione non sarà installato, come del resto è già avvenuto anche nella prima fase della bonifica.

I terreni e i riporti inquinati verranno ancora sottoposti a trattamento di vagliatura on site, con l'intento di recuperarne la frazione grossolana (sopravaglio > 2 cm) per i rinterri, e riducendo così i volumi da avviare a smaltimento (sottovaglio < 2 cm). Analogamente, le macerie di demolizione dei manufatti in calcestruzzo saranno triturate e vagliate, trasformandole in aggregati riciclati da reimpiegare in sito.

Per quanto riguarda i rinterri delle aree oggetto degli scavi di bonifica, il criterio adottato rimane il medesimo: le depressioni causate dalla bonifica vengono riempite con materiale conforme alla destinazione d'uso urbanistica, fino alla quota di fondo scavo di fondazione nelle aree che ospiteranno i futuri edifici. All'esterno dell'impronta delle costruzioni future (rimasta invariata), il riempimento ricostituirà invece il piano campagna originale. Una novità introdotta dalla presente variante progettuale riguarda la disponibilità di terreni non contaminati (conformi a Colonna A) da utilizzare per il rinterro degli scavi nell'area a nord del Canale Minera: questi derivano dall'approfondimento degli scavi nell'Area 3, ben oltre il limite dei riporti contaminati, necessario alla realizzazione del nuovo volume di messa in sicurezza permanente.

Il ripristino ambientale del volume di messa in sicurezza permanente sarà analogo a quello inizialmente previsto, salvo che per una lieve traslazione dell'asse stradale est-ovest, che si situa in mezzeria del deposito e quindi leggermente più a nord: il deposito stesso è infatti più esteso del precedente, ed è stato spostato più a nord su indicazione dei responsabili di Regione Lombardia, per allontanarlo dal Torrente Garza. La variante progettuale introduce inoltre uno spazio boscato all'estremità orientale dell'area, nella zona lasciata libera dal volume di messa in sicurezza permanente, la

demolizione della porzione fuori terra del muro di cinta meridionale e un notevole infittimento della vegetazione spondale lungo il torrente.

Il progetto di bonifica del 2006 individuava nel sito ex AFIM una delle cause della contaminazione da cromo esavalente delle acque sotterranee e prevedeva la realizzazione di una barriera idraulica a valle del sito, allo scopo di trattare le acque di falda. Due pozzi barriera sono stati pertanto realizzati, nel novembre 2008, lungo confine meridionale dell'area. Come efficacemente illustrato dal Prof. Colombetti nella sua relazione idrogeologica (Allegato A05), la barriera idraulica non ha mai funzionato, né avrebbe mai potuto funzionare, poiché la conducibilità idraulica dei terreni interessati è di gran lunga troppo esigua. L'ipotesi di drenare la falda a valle del sito ex AFIM e di trattarne le acque è stata quindi del tutto abbandonata.

D'altro canto, da allora in poi la controversa questione dell'inquinamento dell'acquifero superficiale è stata oggetto di discussione nell'ambito di un tavolo tecnico coordinato dal Comune di Nave, che riguarda diverse realtà presenti sul territorio comunale: il presunto ruolo del sito in oggetto nell'ambito della contaminazione, almeno in modo diretto, è stato decisamente ridimensionato. È comunque alle risultanze di tale tavolo tecnico che si rimanda per un più approfondito esame di questa problematica.

Rimane l'esigenza di monitorare la qualità delle acque sotterranee, come previsto anche dal progetto di bonifica originale. A tale scopo verranno realizzati 6 nuovi piezometri, come suggerito dall'estensore della relazione idrogeologica (Tavola T26), al posto dei 2 previsti nel 2006. L'analisi delle acque riguarderà inoltre, almeno per tutta la durata dei lavori di bonifica, l'intero spettro dei parametri che hanno caratterizzato la contaminazione del sito (v. Piano di Monitoraggio Ambientale, A07), invece del solo parametro Cr VI, come inizialmente previsto. La frequenza dei campionamenti sarà semestrale.

Milano, 25 luglio 2019

Ing. Paolo Pacetti

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI MILANO
DOTT. ING.
PAOLO PACETTI
N. 1646

Ing. Cinzia Acaia

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING.
Sez. A Settore:
a) civile e ambientale
n° A 26470

Appendice:

Test di ecotossicità