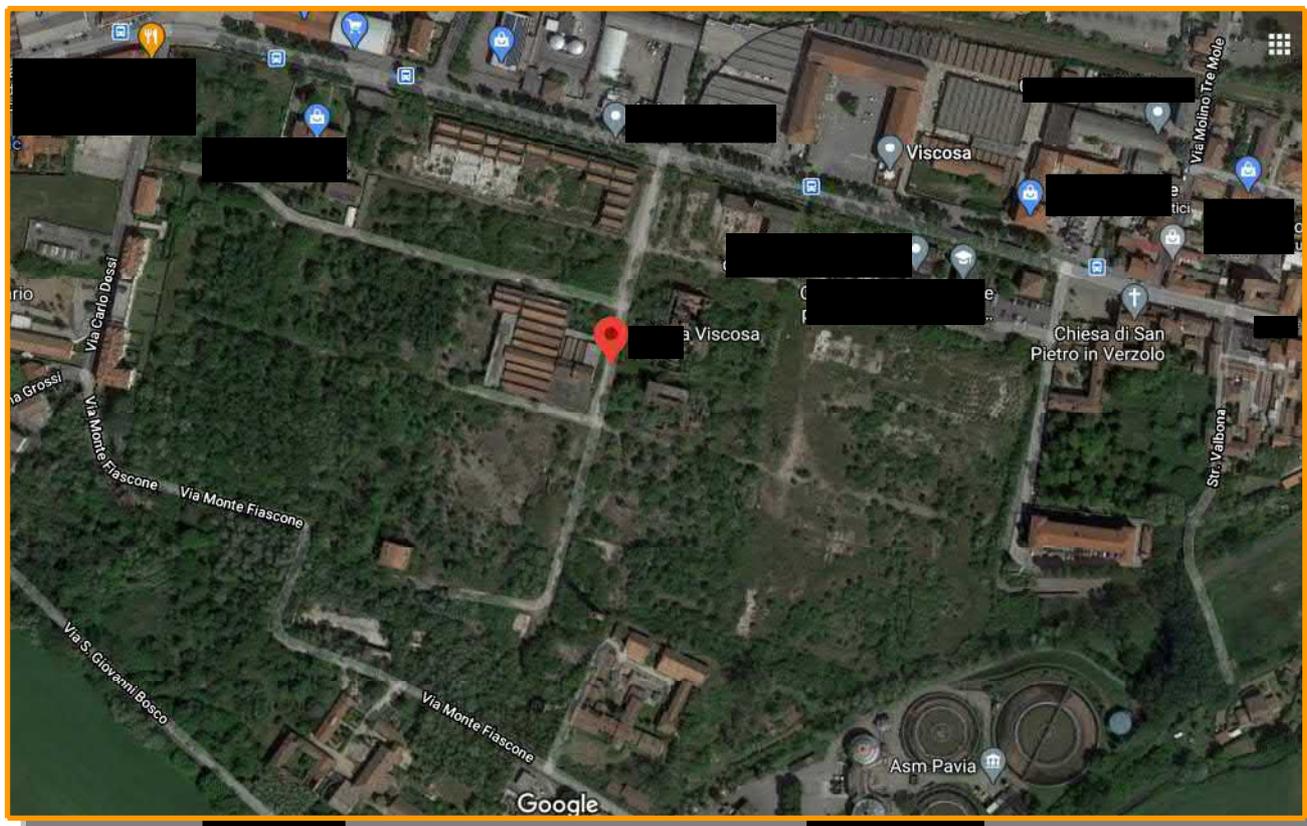


Dr. Maurizio Visconti
Ordine dei Geologi della Lombardia n° 433
Corso Milano 2 - 27029 VIGEVANO (PV)
C.F. VSCMRZ57H03L872I P.IVA 01733380180
tel. & fax 0381/ 74070 cell. 393/9877798
email: m.visconti@studio-visconti.it
p.e.c. : mauriziovisconti@epap.sicurezzapostale.it



**Componente geologica – ambientale di supporto alla Consulenza
Tecnica d’Ufficio**

area ex [redacted] – - proprietà [redacted]

Pavia – Viale Montegrappa

Tribunale di Pavia EI N° 100/2016



Aprile 2021

Sommario

INQUADRAMENTO E UBICAZIONE DELL'AREA	3
STORIA DELL'UTILIZZO INDUSTRIALE DELL'AREA	4
CICLO PRODUTTIVO	4
GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA	6
Geomorfologia	6
Geologia e Litologia.....	8
PGT COMUNALE – componente geologica.....	8
Idrogeologia.....	11
DATI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI DA STUDI E INDAGINI PREGRESSE (estratti da relazione idrogeologica Dr. Geol. Guglielmo Confortola – 2007)	13
ACQUIFERO AREA ██████.....	16
ANALISI E MAPPATURA DELLE PROBLEMATICHE AMBIENTALI (SUPERAMENTI CSC)	
RISCONTRATE	17
INDAGINI MATRICE SOLIDA (campionamento terre)	18
Aree contaminate.....	18
INDAGINE MATRICE LIQUIDA (campionamento acque).....	23
CONSIDERAZIONI OPERATIVE PER IL RECUPERO ED I RIUTILIZZO DELL'AREA	29

Allegata:

Stima preliminare delle opere da eseguire per la bonifica dell'area ██████ Pavia - Via Montegrappa

INQUADRAMENTO E UBICAZIONE DELL'AREA

L'area [REDACTED] di Pavia occupa una superficie di circa mq. 186.000, di forma approssimativamente rettangolare.

In senso orario è possibile delimitarne così i confini:

- a nord Viale Monte Grappa per una lunghezza di circa 590 metri
- a est Via maggi (S. Pietro in Verzolo) per una lunghezza di circa 300 metri
- a sud Via Montefiascone per una lunghezza di circa 600 metri
- a ovest Via Dossi per una lunghezza di circa 280 metri.



Va sottolineato che nella porzione meridionale è presente una appendice semirettangolare di circa mq. 16.000 (m. 200 x m.80) che è stata adibita alla produzione di solfuro di carbonio.

L'area è inoltre posta in vicinanza dei seguenti corsi d'acqua:

- Fiume Ticino 750 metri a sud
- Naviglio Pavese 400 metri a est
- Roggia Vernavola 300 metri a ovest.

STORIA DELL'UTILIZZO INDUSTRIALE DELL'AREA

Risulta indispensabile per una comprensione completa dello stato dei luoghi e la progettazione degli interventi necessari alla bonifica del sito, percorrere rapidamente la storia industriale dell'area e le materie prime utilizzate, prodotte ed i relativi scarti e rifiuti prodotti e riscontrabili nei terreni e nella falda locale.

Lo stabilimento iniziò la produzione verso le metà del XIX° secolo per la produzione delle cosiddette “sete artificiali”.

Dopo il 1892, a seguito dell'invenzione del processo di sintesi della viscosa rayon, basato sull'uso della cellulosa di legno come materia prima, utilizzando reagenti chimici a basso costo, fu questa la principale materia prima prodotta ed utilizzata, che dava origine ad un materiale elastico, flessibile, facilmente lavorabile, di agevole fabbricazione e di costo poco elevato.

Il nome della società era Viscosa di [REDACTED] ed era affiliata all'[REDACTED]
[REDACTED]

Nel 1920 lo stabilimento venne acquistato dalla Società di Navigazione Italo-Americana (poi [REDACTED] nel 1922 la sua denominazione cambiò in [REDACTED]
[REDACTED]

Nel 1979 la produzione cessò a causa di forti perdite di gestione e crisi generale del settore chimico.

Negli anni successivi l'unica attività a rimenter operativa fu quella della produzione di solfuro di carbonio da parte della Società [REDACTED].

Nel 1984 fu fermata definitivamente anche la produzione del solfuro ed iniziò la demolizione degli impianti.

CICLO PRODUTTIVO

La trasformazione della cellulosa per la produzione delle materie prime **viscosa** e **rayon** comportava l'impiego di grandi quantità di **soda caustica** e **disolfuro di carbonio**, oltre a minori quantitativi di altre sostanze chimiche e ovviamente al combustibile per il funzionamento ed il riscaldamento dell'intero stabilimento di produzione.

Il processo chimico complesso obbligava inoltre l'azienda a dotarsi di laboratori chimici e tessili.

Nello stabilimento erano ovviamente presenti centrali termiche, centrali elettriche, cabine di trasformazione, ecc..

Produzione del rayon viscosa

- 1) la cellulosa viene convertita in residuo solubile chiamato xantogenato di cellulosa

- 2) la soluzione del residuo in bagno coagulante forma dei filamenti che riuniti danno origine ad un filo che viene avvolto in bobine che va a costituire le matasse di seta artificiale.

Il punto 1 viene realizzato, semplificando, mediante un bagno di soda caustica che veniva recuperata e rigenerata.

Le fasi di maturazione dei prodotti, durante il ciclo produttivo, avvenivano in contenitori cilindrici del volume di circa 2.000 litri.

Alle fine di ogni ciclo produttivo i contenitori venivano ripuliti mediante spatole di rame.

I rifiuti di xantogenato imbevuto di soda costituivano un rifiuto industriale e venivano scaricati nei cortili esterni.

I filatoi erano costituiti da lunghe vasche di legno ricoperte da piombo con circolazione di acido solforico, solfato sodico e sali di zinco.

Al termine del processo, le matasse venivano desolforate con solfuro sodico.

Segue lo sbiancamento mediante diversi candeggi con acqua calda con ipoclorito e acido cloridrico.

Produzione del disolfuro di carbonio

La produzione, a forte rischio di esplosioni, si basa sulla reazione catalitica tra lo zolfo ed il gas naturale, ricco di metano.

Lo zolfo era stoccato in una vasca di dimensioni m. 80 x 25 e profondità di 3 metri.

Il disolfuro di carbonio prodotto veniva stabilizzato con soda, distillato e lavato.

Lo zolfo allo stato liquido, raccolto in serbatoi, veniva trasferito in una grossa vasca di cemento armato riempita di acqua.

Veniva trasferito agli impianti mediante tubazioni aeree.

GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

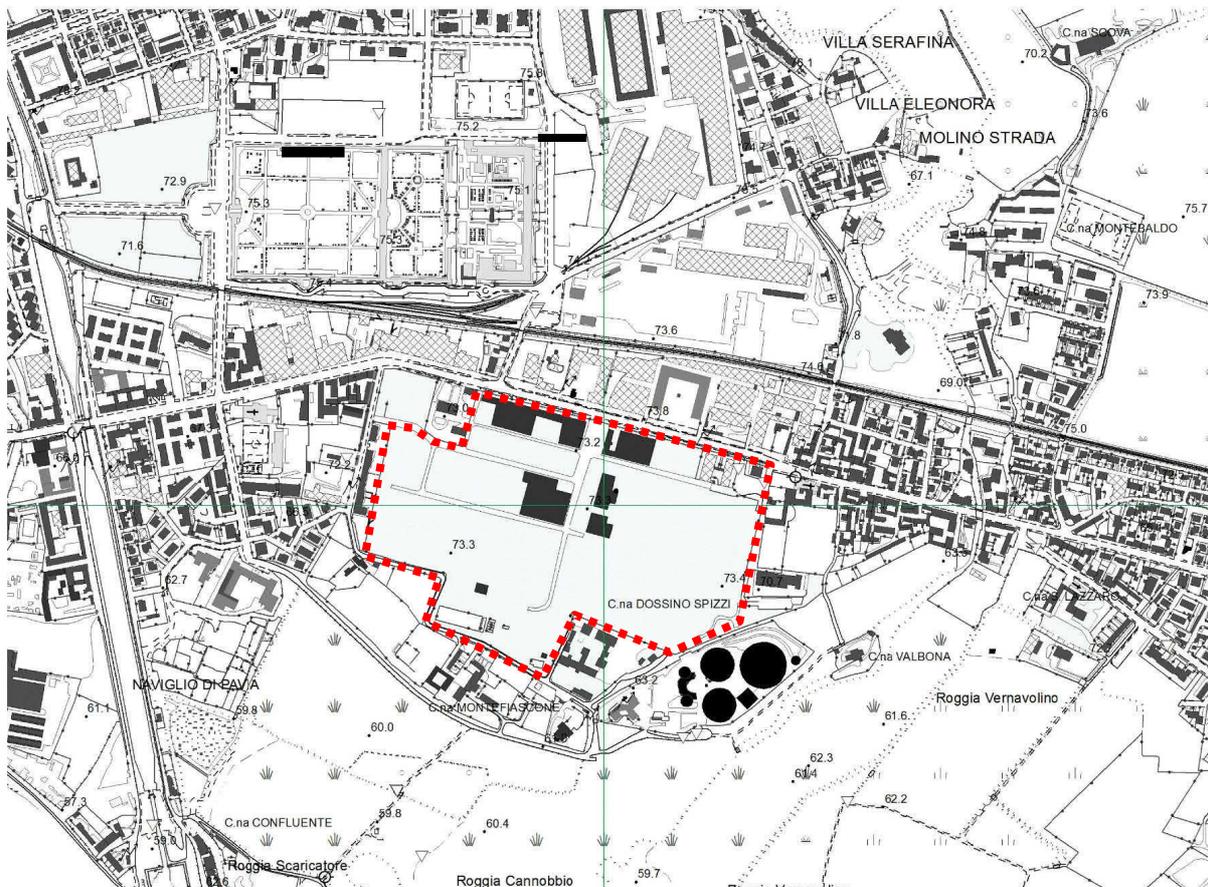
(dati di letteratura di settore e studio geologico PGT comunale – S.G.P. 2012)

Geomorfologia

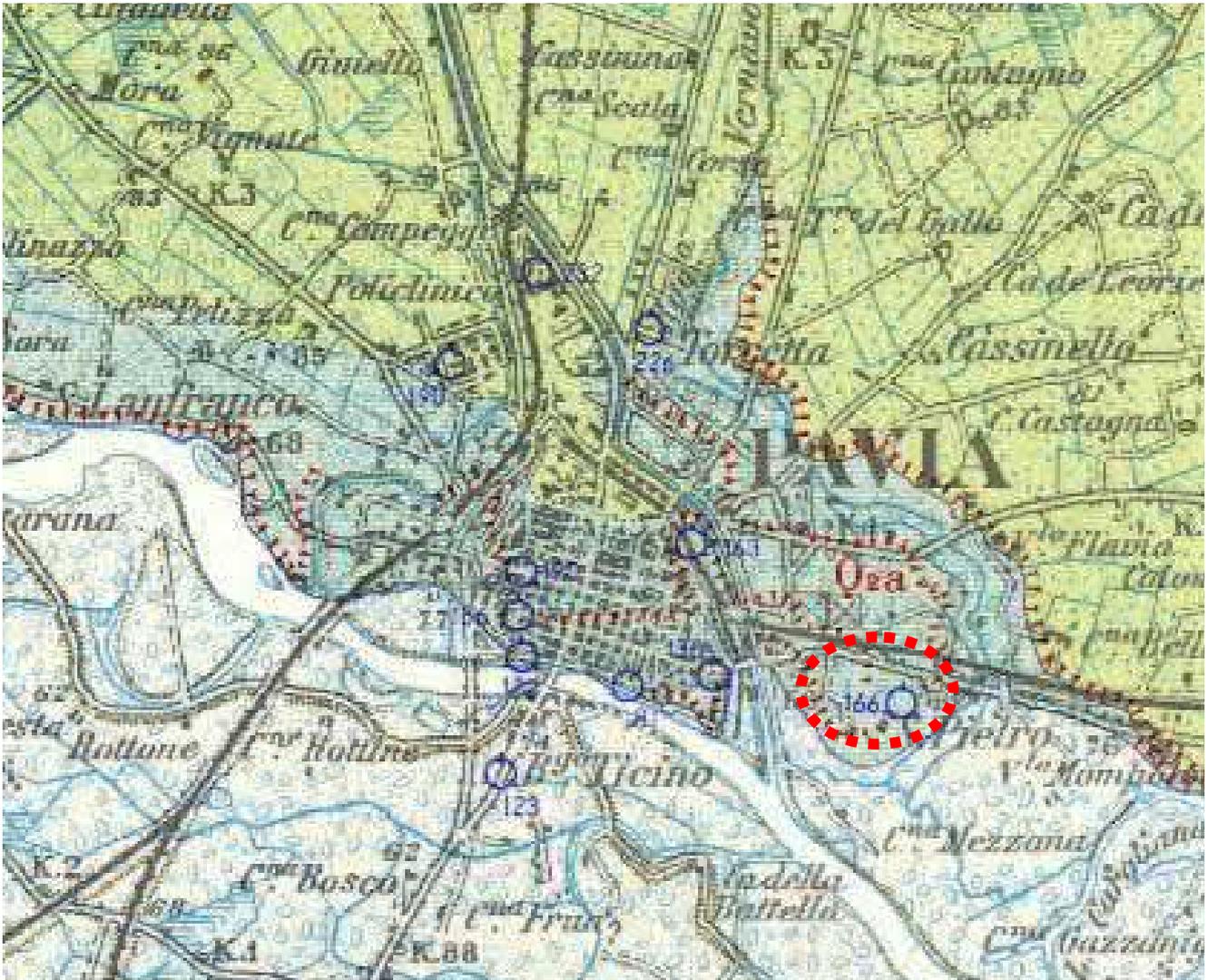
Il territorio comunale di Pavia, posto per buona parte sul limite meridionale del Piano Generale Terrazzato della Pianura Lombarda, si affaccia ad ovest e a sud sul tratto terminale della valle del Ticino, che incide la pianura e si allarga, unendosi alla piana del Po (Bassa Siccomaria) prima di confluire nello stesso Fiume pochi chilometri più a valle.

La porzione di territorio oggetto di studio è densamente urbanizzata e l'abitato cittadino nasconde i terrazzi alluvionali che, in sponda sinistra orografica, raccordano l'alveo attuale del Fiume al Piano Generale della Pianura (P.G.T. – piano generale terrazzato).

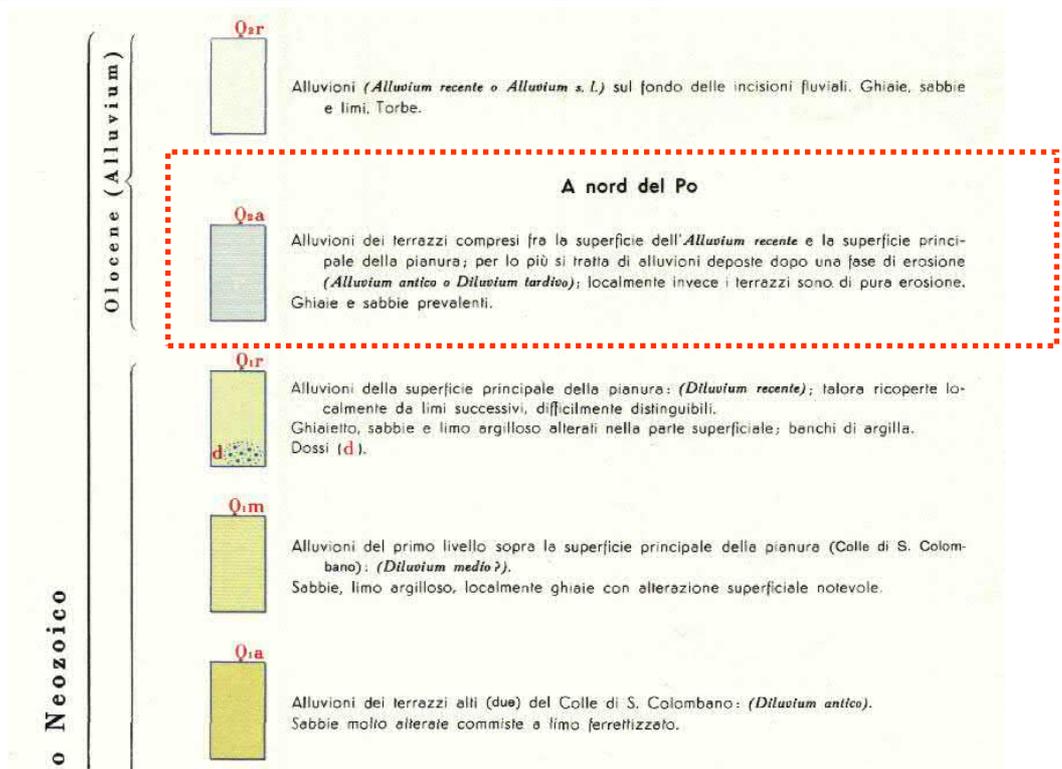
La morfologia originaria è ancora in parte visibile nelle aree periferiche e in quelle in cui, pur in presenza interventi antropici significativi, risultano ancora evidenti alcuni degli originari caratteri morfologici come i piani terrazzati tra Livello Principale della Pianura (alluvioni würmiane pleistoceniche) ed i depositi alluvionali olocenici della valle del Ticino.



L'area in oggetto occupa un ripiano alluvionale, posto a quote medie di 73 m. s.l.m, intermedio tra il Livello Principale della Pianura (Diluvium Recente Pleistocenico) ed il piano di fondovalle del fiume Ticino (Alluvioni recenti oloceniche).



Estratto del Foglio 59 della Carta Geologica d'Italia e relativa legenda



Geologia e Litologia

L'assetto geologico dell'intorno dell'area in oggetto (Fig. 59 – Pavia della Carta Geologica d'Italia) è determinato, come la rimanente parte della Pianura, dalla sovrapposizione di una coltre alluvionale sul substrato marino, piegato e fagliato.

La notevole profondità delle strutture terziarie ha contribuito ad un intenso e regolare sviluppo dei depositi fluviali pleistocenici che superano i 250 metri e si presentano a giacitura blandamente monoclinale, con pendenze del 2-3 ‰ verso l'asse padano.

Essi sono costituiti da successioni di materiali sabbiosi, con passate ghiaiose, inglobanti lenti più o meno potenti ed estese di argilla e limo (depositati nelle fasi di "stanca").

La loro origine è riferibile a depositi abbandonati dal Po e dai suoi affluenti (Ticino) susseguentemente alle vicende climatiche che hanno caratterizzato la regione nel Pleistocene (glaciazioni) e nell'Olocene (regolari successioni di magre e di piene).

L'inclinazione degli orizzonti alluvionali, in profondità è maggiore di quella della superficie topografica, mentre tende ad uniformarsi con questa di man in mano che ci si avvicina al piano - campagna.

L'area oggetto della presente indagine è caratterizzata da depositi del l'Alluvium Antico olocenico, caratterizzato da sabbie prevalenti in associazione ad intercalazioni limose, argillose e ghiaiose.

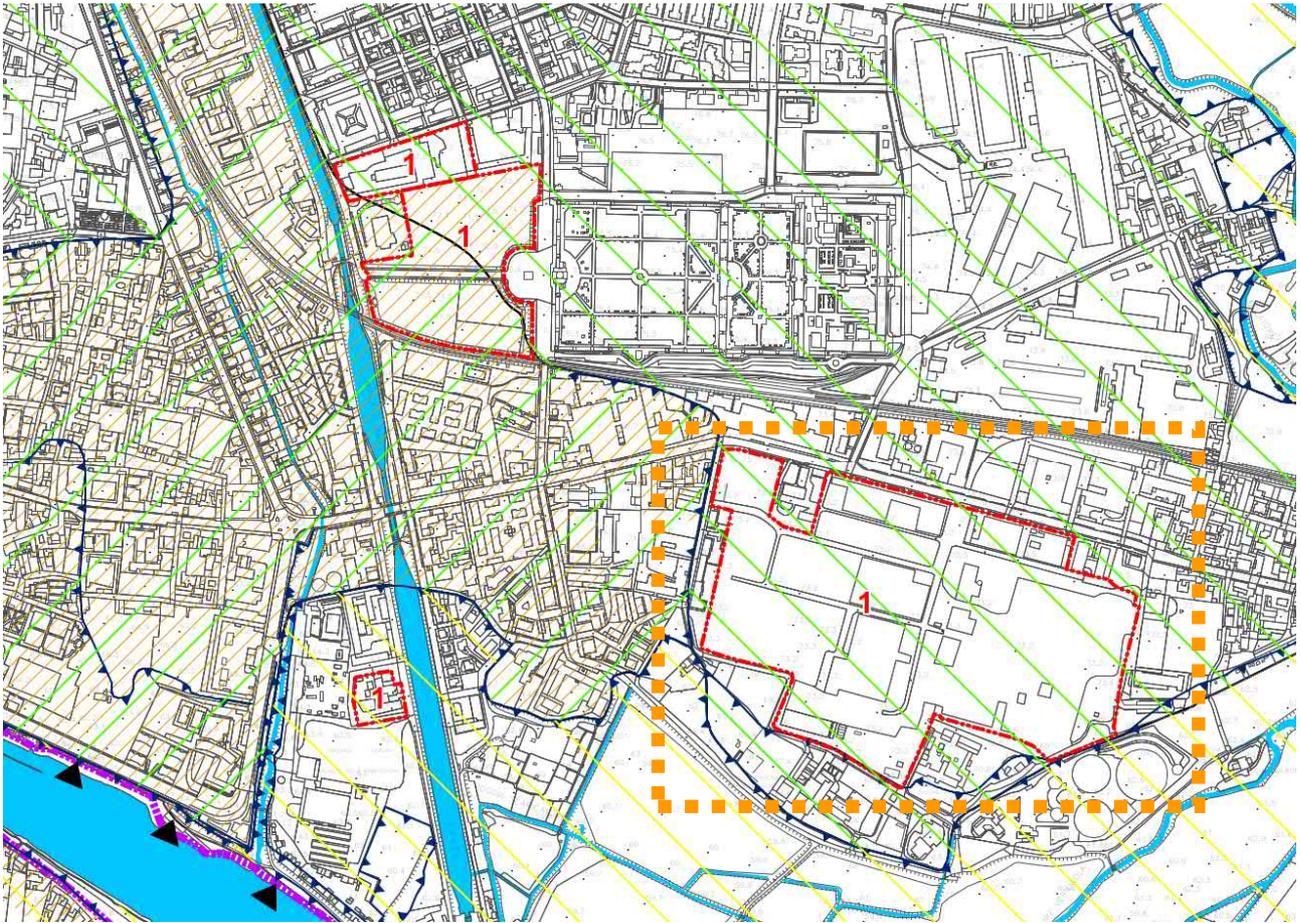
Il contatto formazionale tra l'Alluvium Antico e le Alluvioni recenti del Ticino risulta immediatamente a sud dell'area di indagine, avvicinandosi al Fiume Ticino.

PGT COMUNALE – componente geologica

Il documento di componente geologica comunale permette di scendere in maggior dettaglio in merito alla litologia, geomorfologia e idrogeologia.

L'areale oggetto di indagine idrogeologica risulta impostato sui Depositi Alluvionali Antichi olocenici, presso il margine meridionale del ripiano superiore rappresentato dal Fluviale Recente pleistocenico.

Inoltre tutto l'areale è classificato come interessato da riporti di varia entità costituiti prevalentemente da sabbie limose, ciottoli, frammenti di laterizi, scorie di fonderia, ecc.) e rientra nei "siti con procedure tecnico-amministrative in corso, ancora da certificare o comunque con iter non ancora concluso".



LEGENDA

UNITA' GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE



1 Ripiani impostati su depositi alluvionali recenti, sopraelevati di alcuni metri rispetto agli alvei attivi.
Litologia prevalente: sabbie e ghiaie. Sono ricoperti da suoli alluvionali limosi e limoso-sabbiosi, idromorfi, di spessore generalmente ridotto (50 cm ca.).



2 Ripiani impostati su depositi alluvionali antichi (A = ripiano inferiore o delle "Alluvioni Antiche", sopraelevato di 8 - 16 m rispetto all'alveo attivo del F. Ticino (ivi comprese le zone attualmente con quote confrontabili a tale ripiano in quanto interessate da riporti antropici effettuati su ex ripiani delle alluvioni recenti); B = ripiano superiore o del "Fluviale Recente", sopraelevato da 2 a 8 m rispetto al ripiano A). Litologia prevalente: sabbie, con sporadiche intercalazioni di ghiaietto e con orizzonti limoso-sargillosi. La successione risulta parzialmente alterata (ferretizzata) nella porzione superiore. Sono ricoperti da suoli alluvionali limosi e limoso-sabbiosi, localmente dotati di abbondante scheletro sabbioso e talora ghiaioso, generalmente superiori ai 50 cm.

Estratto da PGT Geologico Pavia - Carta Geologica con indicazione dell'area di progetto e di indagine.

SITI CONTAMINATI O POTENZIALMENTE TALI

Procedure ex D.M. 471/1999, D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. e situazioni confrontabili pre D.M. 471/1999. Elaborazione e sintesi dei dati, aggiornati al 04/05/2010, forniti dal Servizio Ecologia, Settore Ambiente e Territorio del Comune di Pavia e dalla U.O.C. V.L.A., Tutela del Paesaggio, Bonifica dei Siti Inquinati del Settore Tutela Ambientale della Provincia di Pavia o desunti dallo studio geologico del 2003 a supporto del PRG comunale. Non sono segnalate in cartografia situazioni particolarmente datate e risolte, pratiche inerenti rimozione di serbatoi o casi in procedura semplificata.

1

1 - Siti con procedure tecnico-amministrative in corso, ancora da certificare o comunque con iter non concluso.

2

2 - Siti con interventi di bonifica approvati in corso di esecuzione.

3

3 - Siti con bonifica conclusa mediante misure di messa in sicurezza permanente, svincolati ma con limitazioni d'uso, già certificati.

4

4 - Perimetrazione indicativa di aree interessate da riporti di varia entità, costituiti da prevalenti sabbie limose, ciottoli, frammenti di laterizi, scorie di fonderia, ecc.

5A-D

5 - Zone ove è nota la presenza di rifiuti di varia natura, già prese in considerazione dall'Amministrazione Provinciale di Pavia per la comunicazione alla Regione ai fini della predisposizione del Piano di aggiornamento delle aree inquinate della Regione Lombardia (la loro perimetrazione è da ritenersi indicativa). Le lettere maiuscole forniscono indicazioni più puntuali sulle singole aree.

A = area utilizzata negli anni '60 e '70 come discarica comunale di RSU;

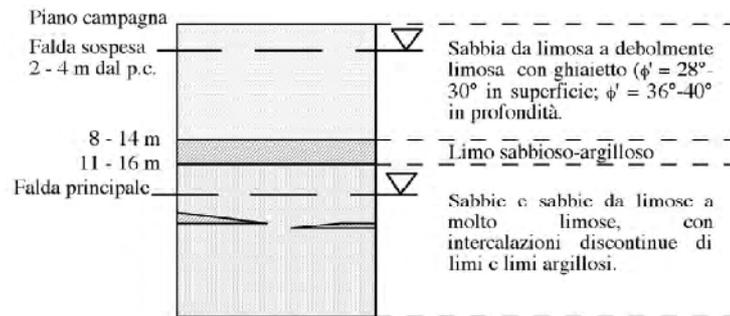
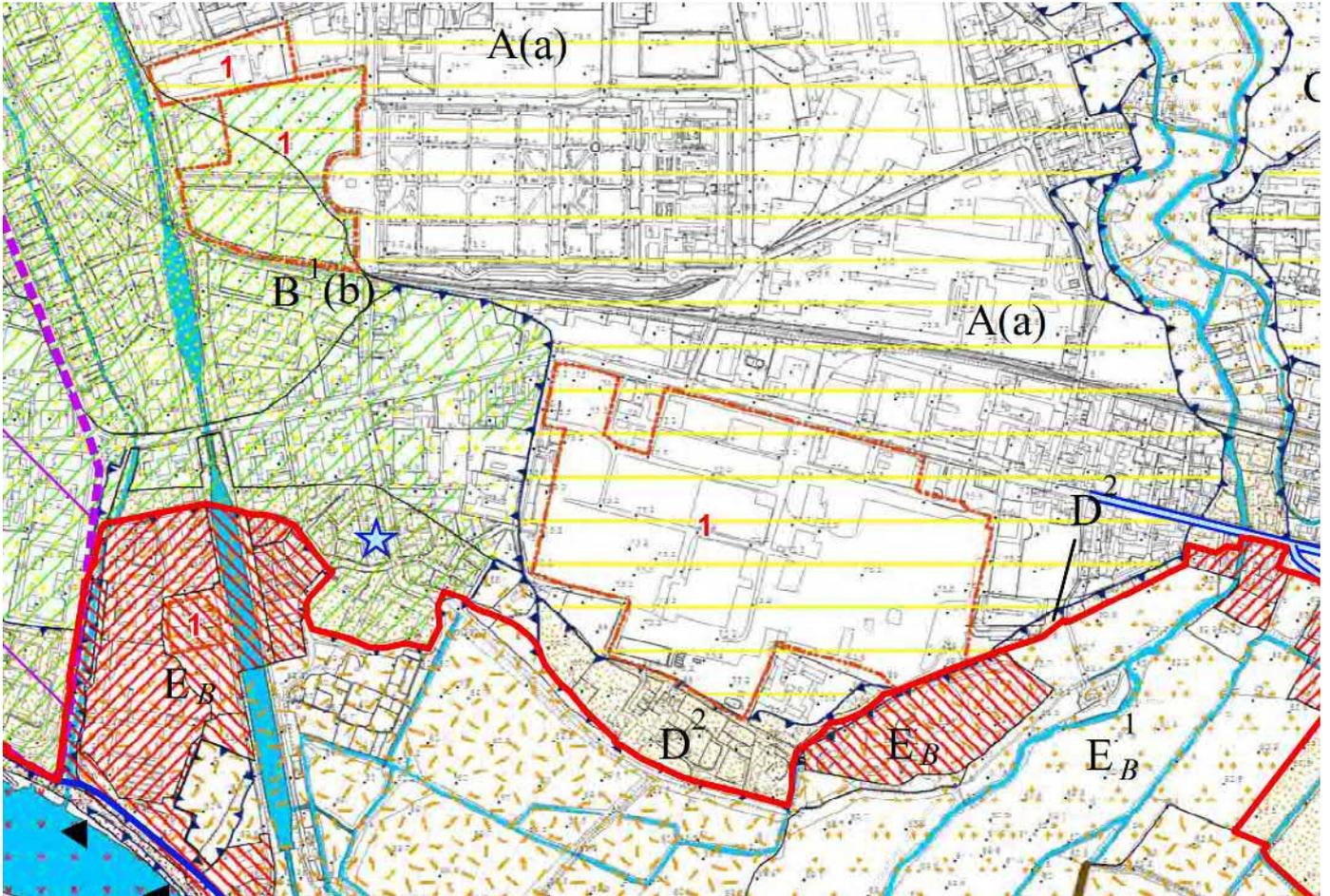
B = stoccaggio di prevalenti RSU e RSAU;

C = stoccaggio abusivo sul suolo di rifiuti;

D = principali aree industriali dimesse da sottoporre ad accertamenti.

6

6 - Siti già indagati con verifica di assenza di contaminazioni o già bonificati, con aree svincolate e/o con certificato provinciale di avvenuta bonifica già emesso.



UNITÀ A(a)

Estratto da PGT Geologico Pavia - Carta di Sintesi con indicazione dell'area di progetto e di indagine.

$A^1_{(a)}$		MORFOLOGIA: ripiani impostati su depositi alluvionali del “Fluviale recente” (Piano Generale Terrazzato della pianura lombarda), sopraelevati di almeno 10 ÷ 24 m rispetto agli alvei attivi.
$A^2_{(a)}$		LITOLOGIA: sono costituiti prevalentemente da sabbie (spesso alterate in superficie) con sporadici orizzonti a scheletro più grossolano e con intercalazioni a diversa profondità di limi e limi argillosi. Le informazioni geognostiche disponibili consentono la delimitazione sommaria delle zone ove tali intercalazioni sono generalmente presenti: dalla profondità di 2,5 ÷ 5 m alla profondità di 6 ÷ 8 m dal piano campagna ($A^1_{(a)}$); superficialmente, fino a 3,5 ÷ 5,5 m dal piano campagna ($A^2_{(a)}$).
$A_{(a)}$		
$A_{(b)}$		IDROGEOLOGIA: è generalmente presente una prima falda sospesa rispetto alla falda principale, a profondità variabile in funzione delle condizioni morfologiche e idrogeologiche locali; la superficie di tale falda sospesa è generalmente ubicata, in condizioni normali, alle seguenti profondità: 2 ÷ 4 m dal piano campagna o stagionalmente prossima alla superficie ($A_{(a)}$); 5 ÷ 6 m dal piano campagna con escursioni stagionali fino a 3 ÷ 4 m dal piano campagna ($A_{(b)}$); maggiore o uguale a 6 m ($A_{(c)}$). La permeabilità e la vulnerabilità della porzione superficiale della successione sono relativamente elevate. Per ulteriori informazioni si rimanda alla TAV. 3.
$A_{(c)}$		
		IDRAULICA: aree non inondabili.

Idrogeologia

L'area di studio è caratterizzata da una situazione idrogeologica diffusa in altre parti della Pianura Padana dove il notevole spessore dei depositi alluvionali sciolti, a granulometria prevalentemente sabbiosa e/o ghiaioso-sabbiosa (livelli permeabili) risultano intercalati da numerose lenti limoso-argillose (livelli da semi-permeabili a impermeabili).

Ciò porta alla formazione di numerose falde idriche sovrapposte, generalmente caratterizzate da un alto grado di isolamento reciproco e da pressione crescente con la profondità.

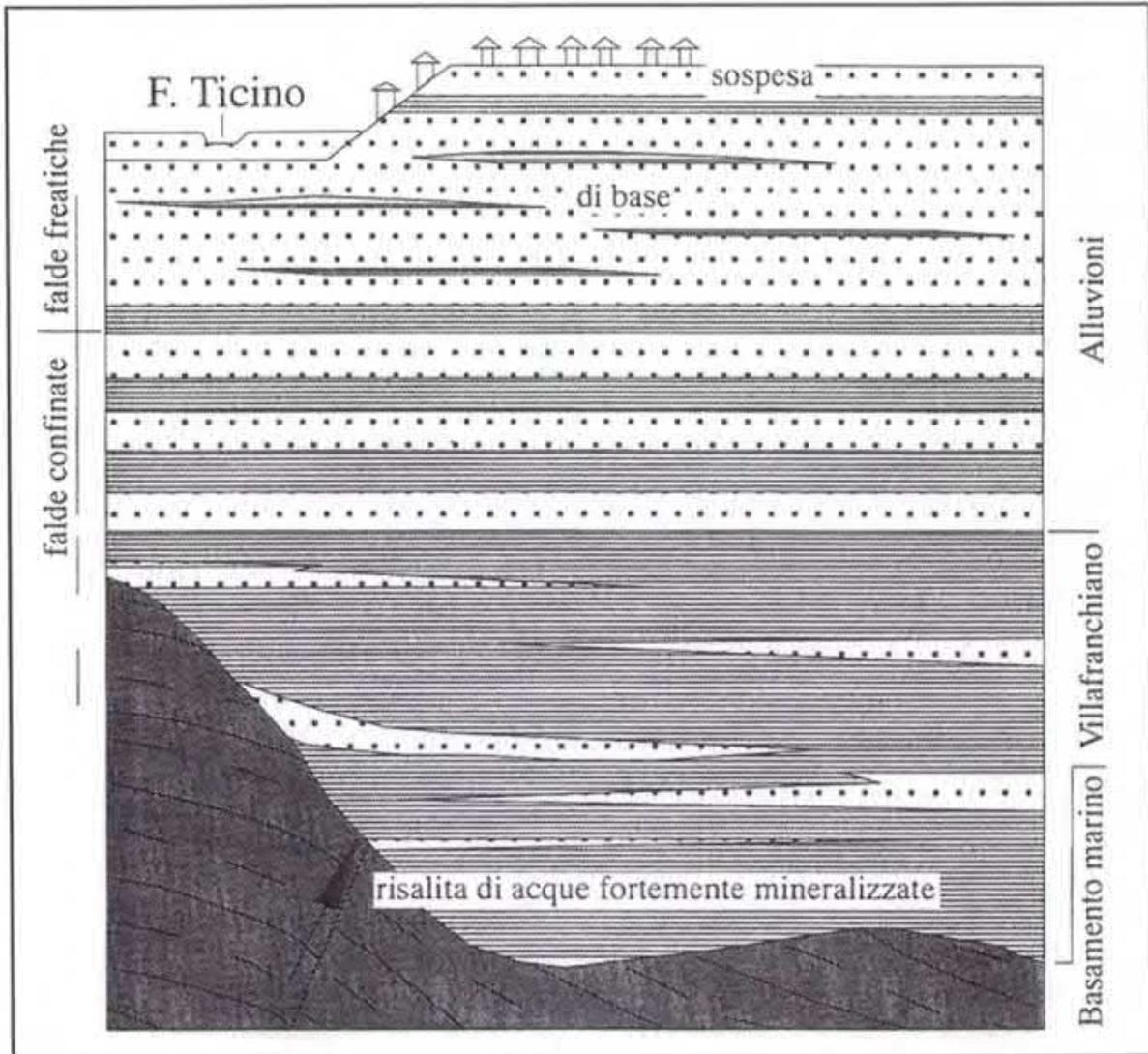
I livelli basali di questo potente materasso alluvionale, la cui età è riferibile al Pliocene - Pleistocene inferiore, sono di origine marina, costituiti, nella quasi totalità, da marne argilloso-limose e da argille variamente limose. Al di sopra del substrato marino si sviluppa una sequenza di depositi continentali (Pleistocene medio/superiore - Olocene) la cui base è caratterizzata da sedimenti di origine palustre-lacustre, costituiti da un complesso limoso-argilloso e al cui interno si rinvengono frequenti livelli sabbiosi, verosimilmente attribuibili al "Villafranchiano Auctorum".

A tetto del complesso villafranchiano sono presenti depositi, tipici di un ambiente fluviale, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie, alle quali si intercalano livelli limosi ed argillosi.

Su tali depositi è impostato il "Livello Principale della Pianura" o "Piano Generale Terrazzato (P.G.T.)".

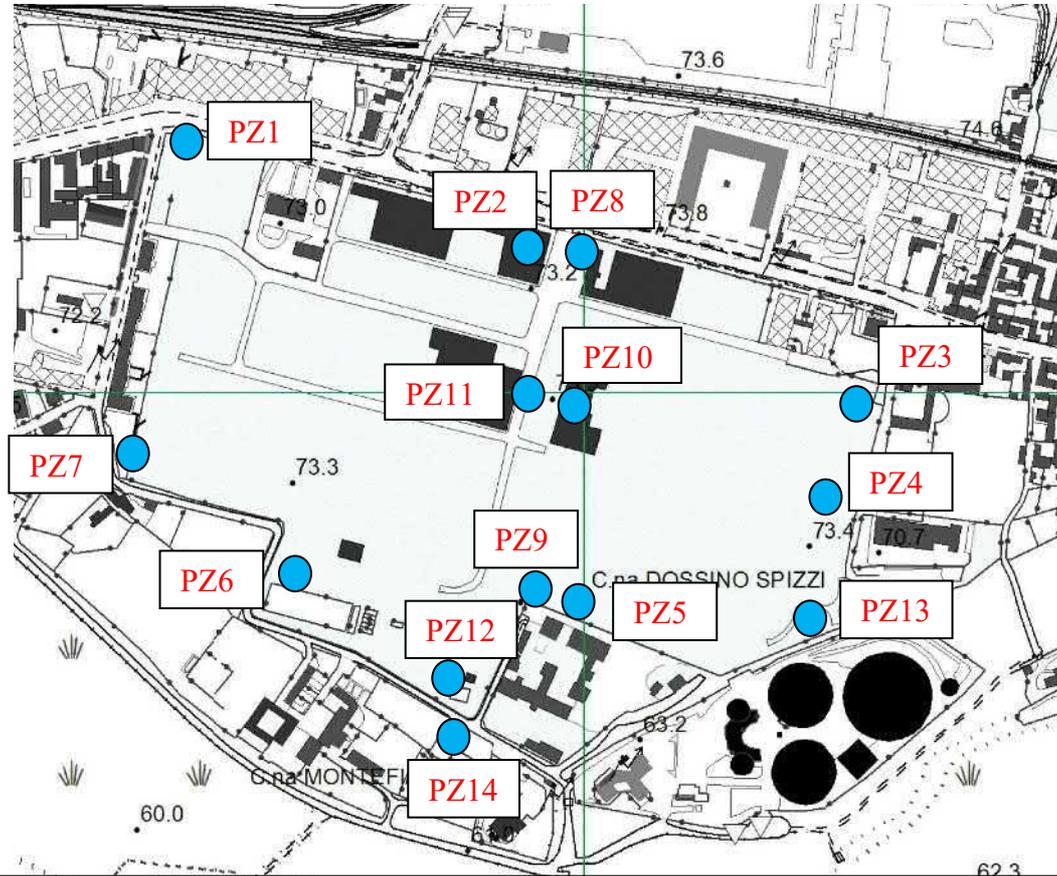
Gli orizzonti ghiaioso - sabbiosi naturalmente idonei per le loro caratteristiche granulometriche ad ospitare acquiferi vengono limitati da lenti argilloso-limose; si viene pertanto a determinare una serie di falde appilate la più superficiale delle quali è freatica mentre quelle sottostanti hanno caratteri di artesianità.

Nel territorio di Pavia sono in linea di massima individuabili, fino alle profondità raggiunte dai pozzi terebrati per l'approvvigionamento idrico ad uso umano, quattro acquiferi, dei quali non è certa a tutt'oggi con i dati a disposizione stabilire con certezza una loro reciproca indipendenza idrologica.



Schema idrogeologico delle unità presenti nel sottosuolo di Pavia; tratto da Pilla G. e Savarino R. (1998), op. cit..

DATI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI DA STUDI E INDAGINI PREGRESSE (estratti da relazione idrogeologica Dr. Geol. Guglielmo Confortola – 2007)



Ubicazione dei piezometri realizzati per la ricostruzione idrogeologica del sito

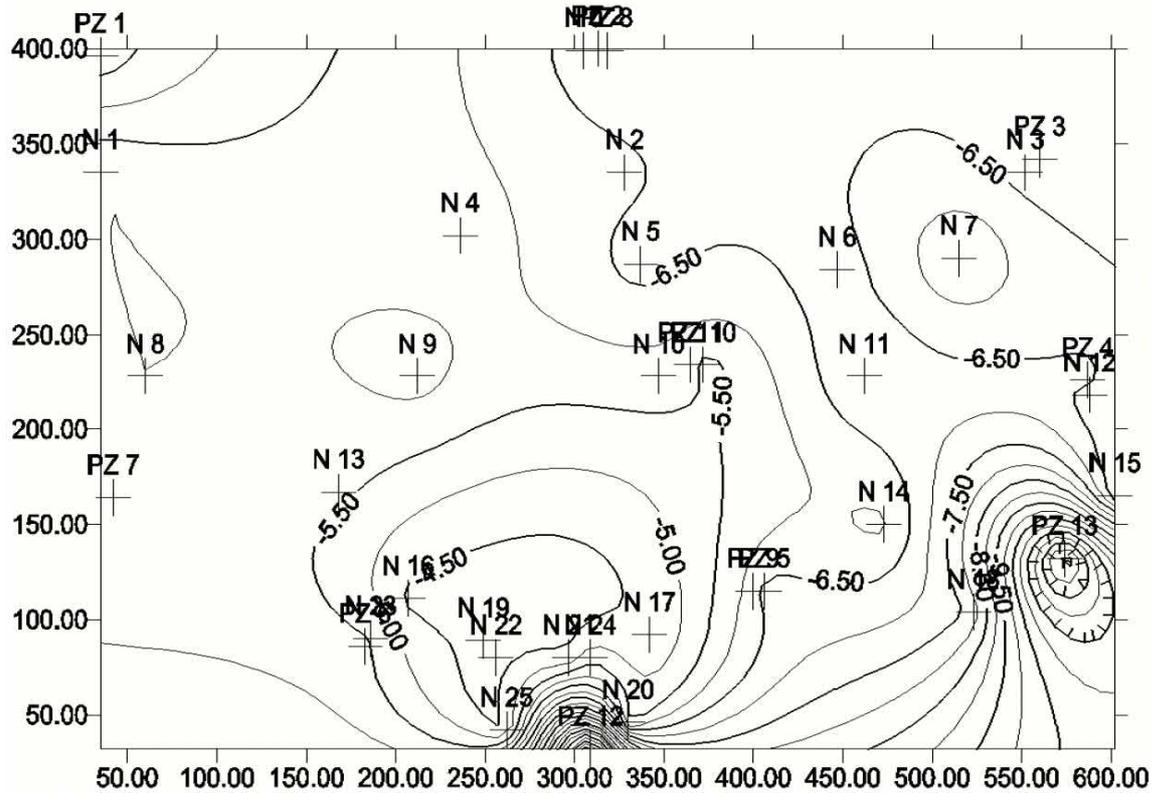
A seguito delle indagini eseguite nel periodo 2006-2014, relative al Piano di Caratterizzazione dell'area, propedeutica alla bonifica ed al ripristino ambientale, si è potuto ulteriormente approfondire la situazione stratigrafica ed idrogeologica dell'area.

Le stratigrafie prodotte unitamente a quelle dei piezometri e degli ulteriori dati in possesso, sono state correlate per meglio evidenziare le caratteristiche del sottosuolo e delle falde.

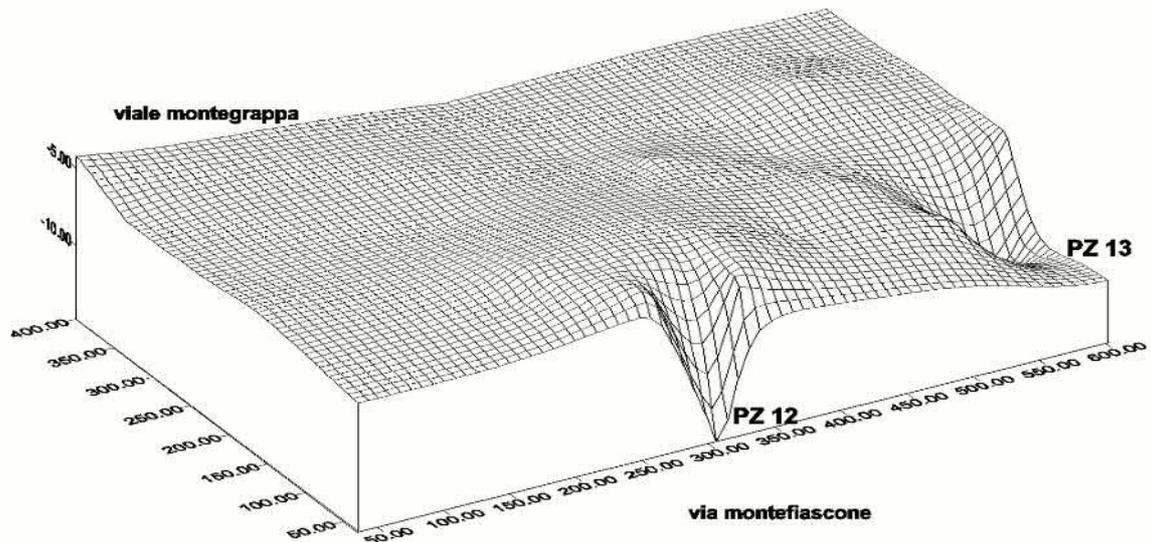
La situazione stratigrafica può essere così riassunta:

- un primo orizzonte a partire dal piano campagna fino alla profondità di 4 ÷ 8 è costituito da sabbie localmente debolmente ghiaiose e localmente da limose a debolmente limose, permeabili, con permeabilità dell'ordine di $10^{-2} \div 10^{-4}$ cm/sec
- a seguire si riscontrano limi sabbiosi con spessore medio di circa 3 metri, permeabilità compresa tra 5.19×10^{-7} e 3.3×10^{-5} cm/sec (dati desunti da prove in sito); tale orizzonte a bassa permeabilità costituisce il letto della falda sospesa, separandola dalla sottostante prima falda

PROFONDITÀ PRIMO STRATO DI LIMO

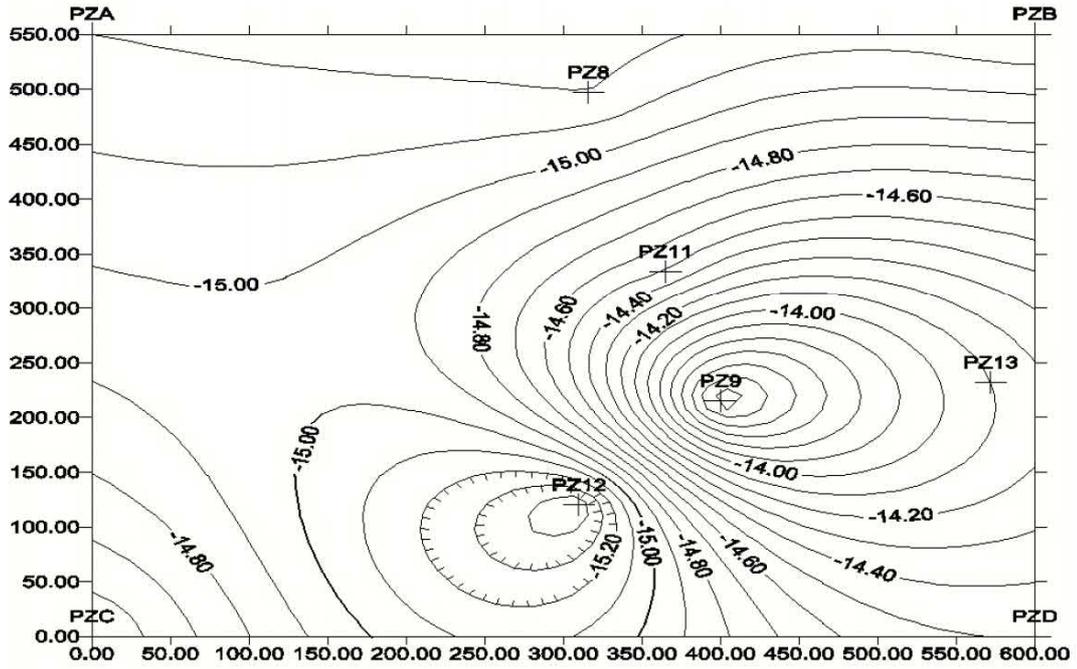


Modello 3D primo strato di limo

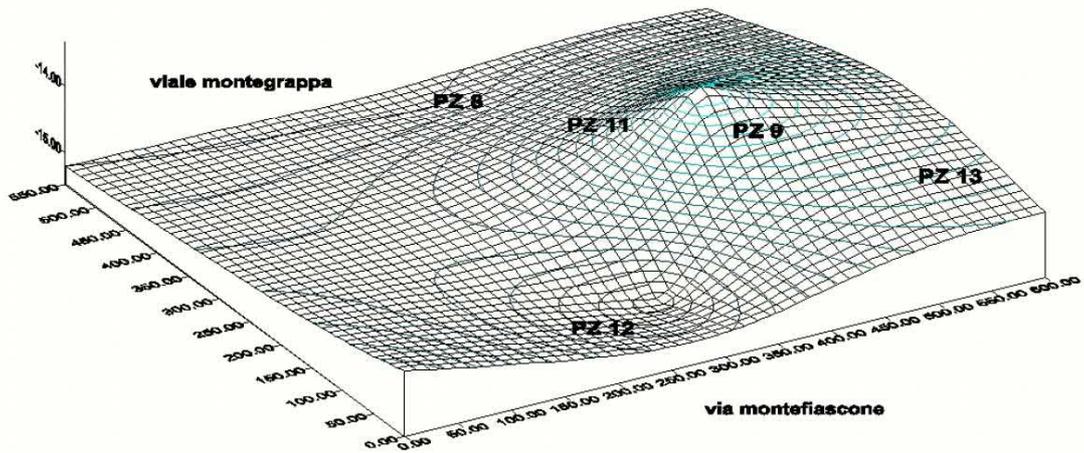


- al di sotto di tale strato a bassa permeabilità si riscontrano depositi sabbiosi con all'interno lenti di materiale limoso (si sono riscontrati ulteriori strati a bassa permeabilità, più o meno diffusi sotto tutta l'area, tra i 13 e 16 metri di profondità e tra i 23 e 28 metri); questo ultimo orizzonte è sede della falda principale o prima falda.

**PROFONDITA' II° STRATO LIMO
DA PIANO CAMPAGNA**



**PROFONDITA' II° STRATO LIMO
DA PIANO CAMPAGNA**



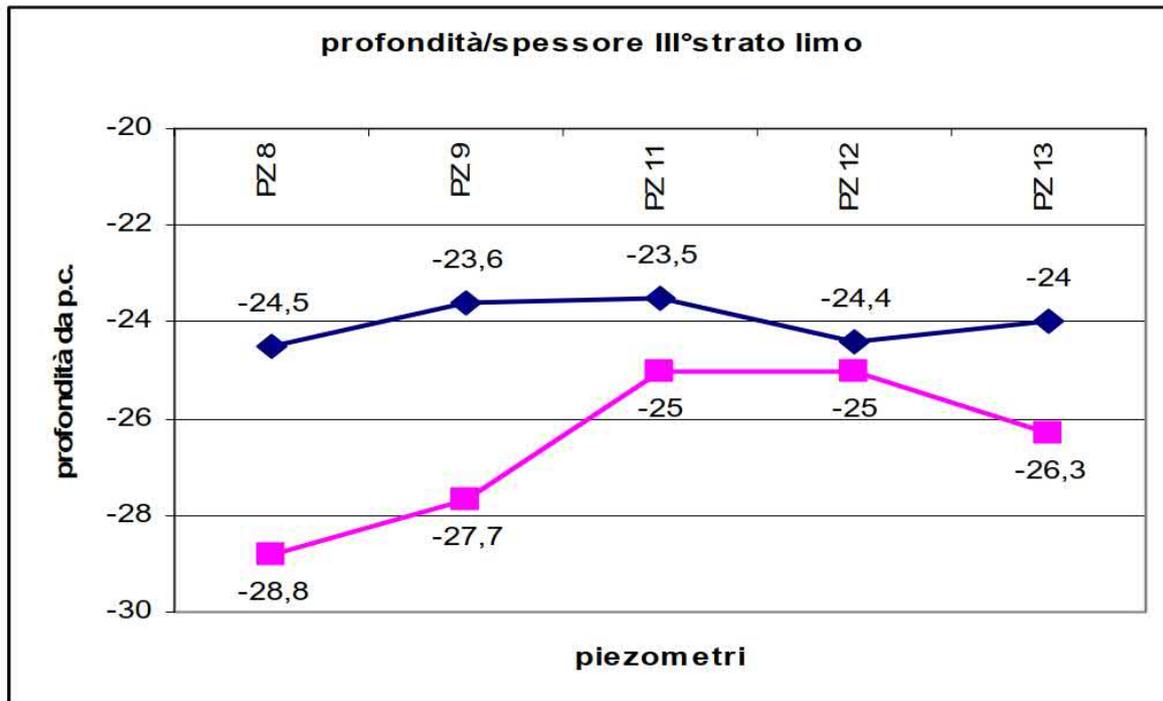


Grafico profondità terzo strato limoso

ACQUIFERO AREA ██████

Le misure piezometriche effettuate hanno permesso l'identificazione di due acquiferi distinti:

- primo acquifero superficiale (falda sospesa) con profondità della superficie tra i 4 e 6 metri, alimentata dalle precipitazioni e dall'irrigazione, con andamento di tipo stagionale
- secondo acquifero o **prima falda freatica** di tipo libero presenta la superficie attorno 14 metri da piano campagna con direzione di deflusso principale verso sud ed un gradiente di circa 1‰; per quanto concerne tale acquifero non si hanno dati certi sulla profondità della sua base in quanto le indagini sono state rivolte principalmente ai terreni superficiali. Tale acquifero risulta comunque in connessione con le acque di alveo e subalveo del Fiume Ticino.

ANALISI E MAPPATURA DELLE PROBLEMATICHE AMBIENTALI (SUPERAMENTI CSC) RISCONTRATE

La lettura della storia del sito e l'analisi del percorso finora intrapreso per la caratterizzazione, la messa in sicurezza e la bonifica del sito, mette in risalto da un lato l'assoluto disinteresse per la salute pubblica ed il dispregio per l'ambiente che ha caratterizzato l'utilizzo industriale del sito da metà XIX° secolo alla metà degli anni '80 del secolo scorso e dall'altro la difficoltà di addivenire ad una soluzione condivisa con gli Enti preposti per intraprendere misure che raggiungano in tempi accettabili le soluzioni necessarie per il riutilizzo dell'area, da troppi anni sottratta alla città.

Prima di analizzare la situazione dell'intera area sulla base dell'enorme mole di documenti, indagini ed analisi eseguite con lo scopo di fornire un supporto al CTU incaricato dal Giudice si presenta l'elenco non esaustivo dell'iter finora seguito ed interrotto dal 2014 per problematiche legate soprattutto al lievitare dei costi ed alla suddivisione dei medesimi in capo alle proprietà.

- 1) Presentazione del Piano di Caratterizzazione nel luglio 2002
- 2) Conferenza di Servizi in data 8/11/2002 con richiesta di integrazioni
- 3) Presentazione integrazioni nel febbraio 2003
- 4) Approvazione Piano di Caratterizzazione in data 15/3/2003
- 5) Proposta di indagine supplementare del marzo 2005
- 6) Riunione tecnica del 30/9/2005
- 7) Relazione indagine integrativa del gennaio 2007
- 8) Presentazione proposta di progetto di bonifica successivamente ritirato perché incompatibile con uso residenziale
- 9) Richieste di proroga rigettata il 19/9/2007
- 10) Piano di caratterizzazione presentato novembre 2012
- 11) Conferenza di Servizi del 19/12/2012
- 12) Progetto Messa in Sicurezza di Emergenza del marzo 2013
- 13) Approvazione del Progetto Messa in Sicurezza di Emergenza
- 14) Messa in funzione del pozzo barriera sospeso in data 13/5/2016
- 15) Ordinanza della Provincia di Pavia del 8/11/2016 con individuazione del responsabile della contaminazione ████████

Inoltre, prima di proseguire con l'analisi dei dati a disposizione, va sottolineato che nell'area sono stati richiesti al Comune di Pavia ed eseguite opere di demolizione di diversi edifici, le cui macerie non sono state asportate e conferite nei termini di legge, pertanto sono ancora presenti in loco e rappresentano un importante impedimento all'esecuzione di ulteriori indagini, prelievi e controlli.

INDAGINI MATRICE SOLIDA (campionamento terre)

La campagna di indagini e corrispondenti risultanze già eseguite ad esecuzione del piano di caratterizzazione e successive integrazioni che sono rappresentate nel documento-relazione a firma Ing. Carlo Berlusconi - 2007 rappresentano un quadro già più che rappresentativo delle contaminazioni presenti nell'area ██████.

Nella semplice planimetria (rappresentata alla pagina seguente) con indicazioni in verde e rosso a rappresentare i sondaggi le cui risultanze eccedono o meno i limiti di legge, è possibile distinguere:

- N° 4 aree contaminate ben definibili e delimitate con profondità massima di contaminazione intorno a 5 metri da piano campagna
- Contaminazioni puntuali di limitata estensione e profondità generalmente intorno a 3 metri da piano campagna.

Aree contaminate

La campagna di indagini e corrispondenti risultanze già eseguite ad esecuzione del piano di caratterizzazione e successive integrazioni che sono rappresentate nel documento-relazione a firma Ing. Carlo Berlusconi - 2007 rappresentano un quadro già più che rappresentativo delle contaminazioni presenti nell'area ██████

1) AREA SUD – VASCHE ZOLFO

Estesa per circa mq. 15.000 all'estremità sud del ripiano alluvionale presso il terrazzo alluvionale che porta ai depositi alluvionali recenti del fiume Ticino, è stata oggetto in passato di livellamento mediante riporto di terreno.

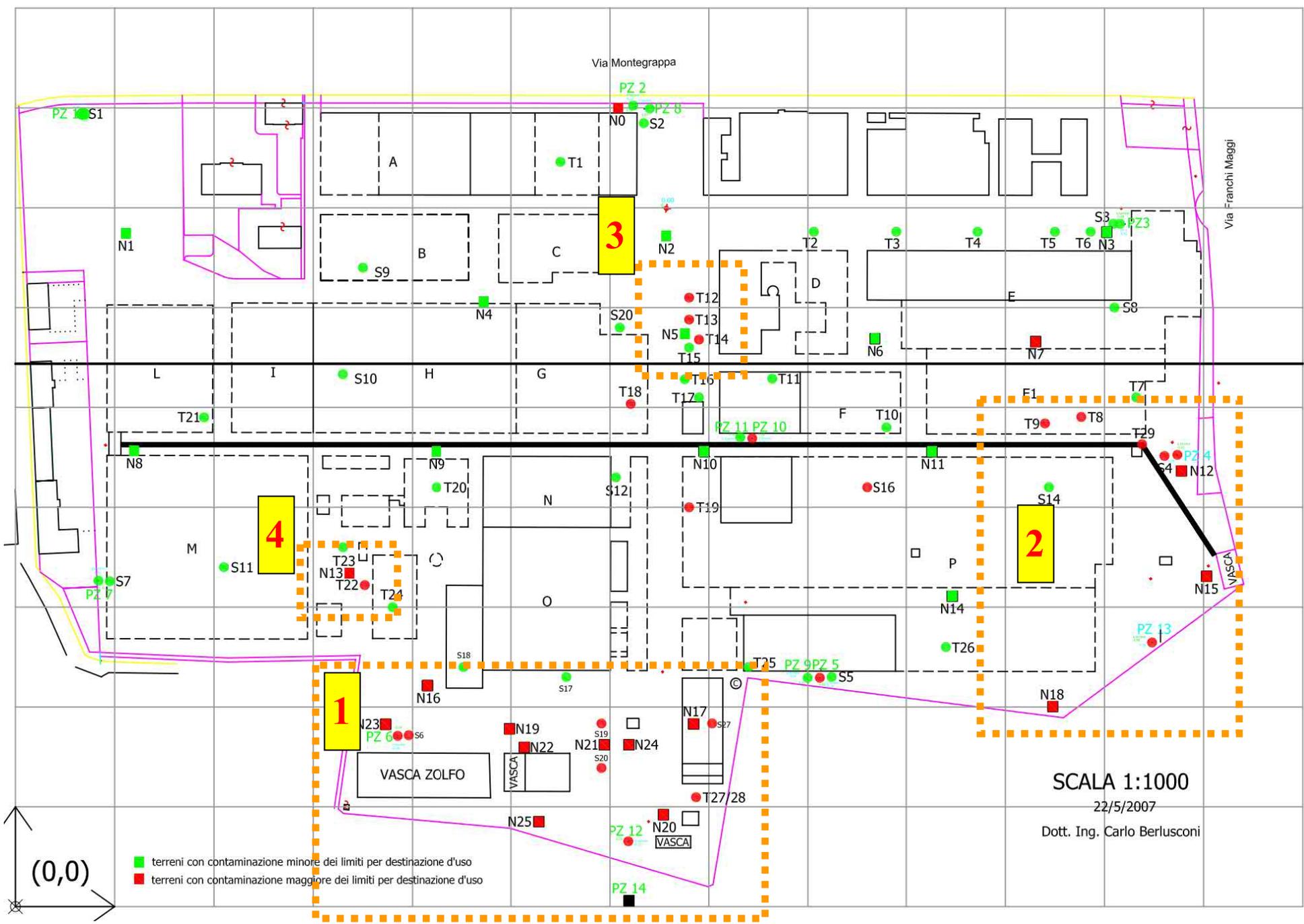
Risulta contaminata da Piombo, Zinco, Rame, Idrocarburi pesanti, Idrocarburi Policiclici Aromatici e più raramente Diossina.

La profondità di contaminazione è variabile da 2 a 5 metri.

Solo in corrispondenza del Pz12 la contaminazione è profonda 7 metri.

Le superfici ed i volumi contaminati

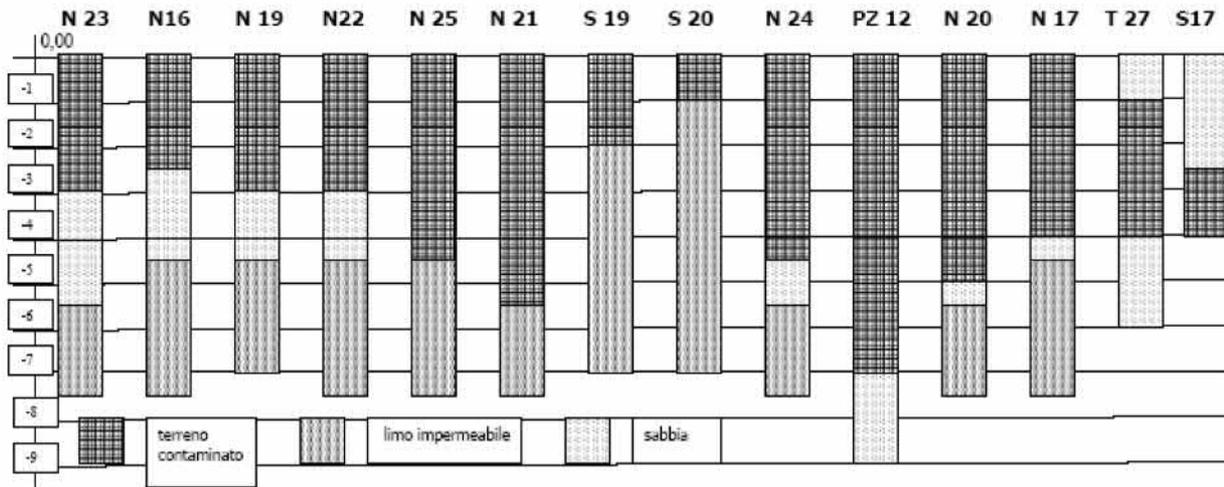
SONDAGGIO	AREA MQ	PROF. CONT.	VOL. MC	PROF. SCAVO	VOL. TOT. MC.
N16	1310	-2,5	3275	3	3930
N23-N19-N22-PZ6	2576	3	7728	3,5	9016
N21-N24	960	5	4800	5,5	5280
N17	1924	4	7696	4,5	8658
S20-N20	2622	5	13110	5,5	14421
T 27-28	1090	4	4360	4,5	4905
PZ 12	794	6,5	5161	7	5558
N25	1648	4,5	7416	5	8240
VASCA ZOLFO	2522	2	5044	1,5	3783
STRUTT.INTERRATE	-1862		-10700		-10700
TOTALI	13584		47890		53091



(0,0)

- terreni con contaminazione minore dei limiti per destinazione d'uso
- terreni con contaminazione maggiore dei limiti per destinazione d'uso

SCALA 1:1000
22/5/2007
Dott. Ing. Carlo Berlusconi

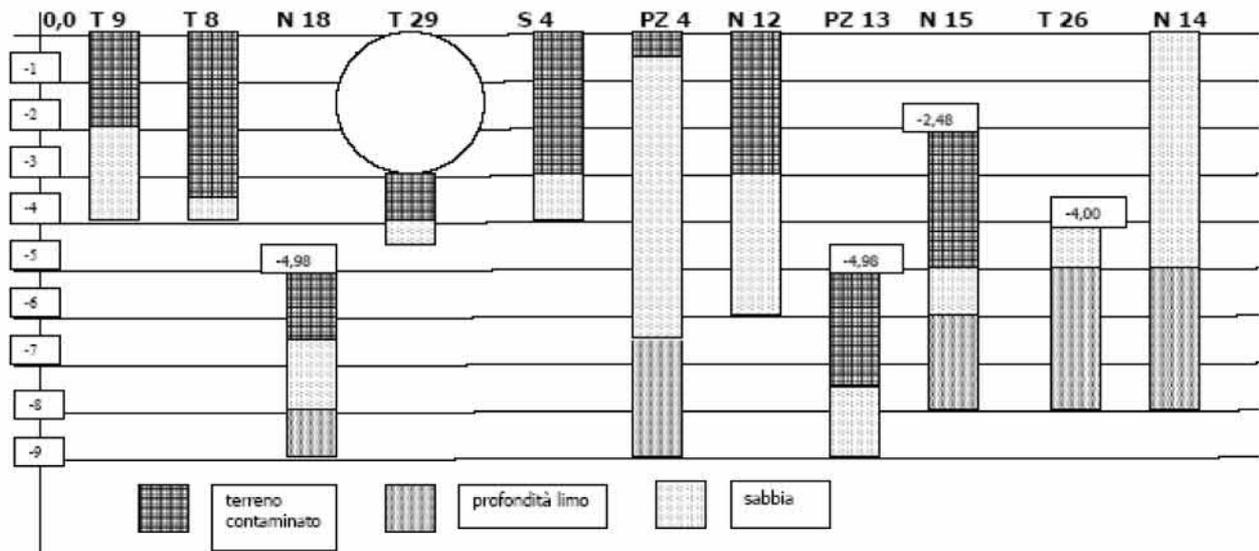


2) AREA EST

si possono distinguere n. 3 zone contaminate:

- area comprendente PZ13 e N 15 dove sono depositati sul suolo rifiuti industriali in cumulo prodotti dalla precedente attività per una altezza di circa 2,5 mt dal piano campagna; risulta contaminata da Piombo, Zinco, Rame, Idrocarburi pesanti, Idrocarburi leggeri, Idrocarburi Policiclici Aromatici
- area al contorno dei sondaggi S4-N12 e PZ4 nella quale la presenza di metalli pesanti nel terreno fa presupporre ad un uso "improprio" di scorie di fonderia utilizzate per richiudere lo scavo per la posa della fognatura; risulta contaminata da Piombo, Zinco, Idrocarburi pesanti, Idrocarburi Policiclici Aromatici
- area al contorno dei sondaggi T8 e T9 (esisteva il reparto per la solfatazione della viscosa fino al 1935 dotato di forni alimentati prima con polverino di carbone e successivamente con olio combustibile); risulta contaminata da Zinco e Idrocarburi Policiclici Aromatici.

SONDAGGIO	AREA MQ	PROF. CONT.	VOL. MC	PROF. SCAVO	VOL. TOT. MC.
T8-T9	800	3	2400	3,5	2800
T29-S4-N12-PZ4	1448	3	4344	3,5	5068
N15-PZ23	1185	3	3555	3,5	4147
N18	255	2	510	2,5	637
STRUTT.INTERRATE			-1000		-1000
TOTALI	3688		9809		11652



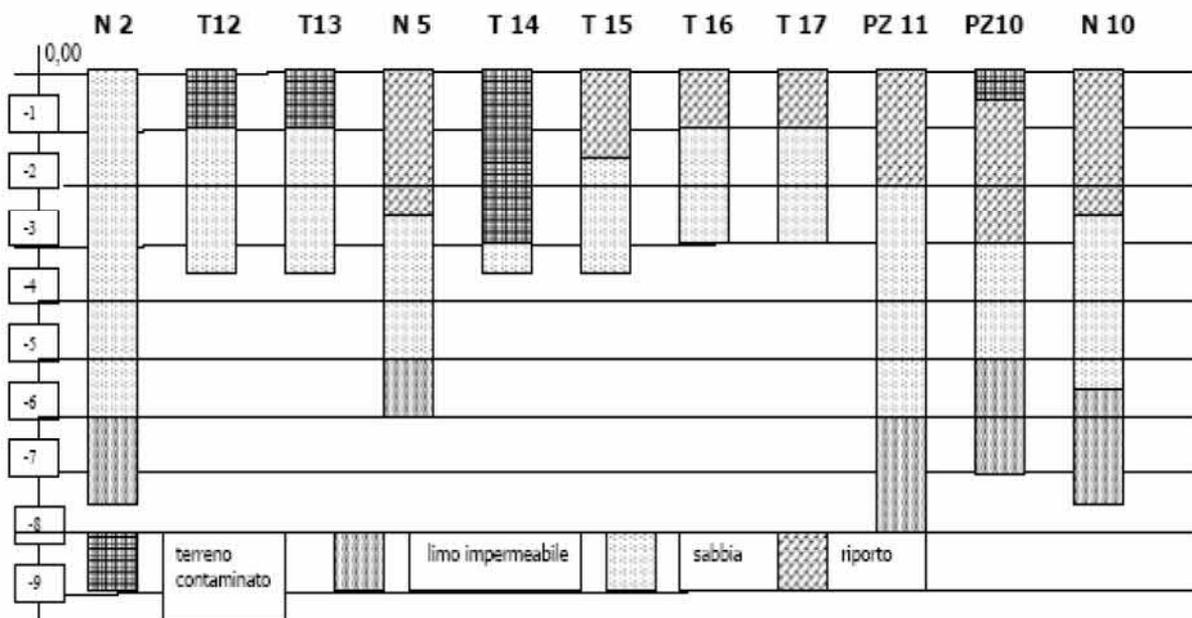
3) AREA CENTRALE (LOCALE CALDAIA)

Presenza di serbatoi di stoccaggio di olio combustibile per l'alimentazione della caldaia ad suo di tutta la fabbrica:

Possono essersi verificati incidenti quali: sversamenti da tubazioni o da operazioni di carico/scarico, rotture, provocando la contaminazione nel terreno sottostante.

Risulta contaminata da Piombo, Rame, Idrocarburi pesanti, Idrocarburi Policiclici Aromatici.

SONDAGGIO	AREA MQ	PROF. CONT.	VOL. MC	PROF. SCAVO	VOL. TOT. MC.
T12-T13-T14	600	2	1200	2,5	1500
TOTALI	600		1200		1500



4) AREA OVEST

Area limitata a lato della ex vasca stoccaggio serbatoi solfuro di carbonio.

E' stata riscontrata una contaminazione su un'area di circa 16 mq e una profondità di contaminazione pari a -3,0 metri, per un totale di 48 metri cubi.

Risulta contaminata da Piombo, Zinco, Idrocarburi pesanti, Idrocarburi Policiclici Aromatici.

SONDAGGIO	AREA MQ	PROF. CONT.	VOL. MC	PROF. SCAVO	VOL. TOT. MC.
N13-T22	16	3	48	3,5	56
TOTALI	16		48		56

TABELLA RIASSUNTIVA TERRENI CONTAMINATI			
AREA	AREA MQ.	VOL. CONTAMINAZ. MC	VOL. ASPORTO MC.
1 - SUD	13.584	47.890	53.091
2 - EST	3.688	9.809	11.652
3 - CENTRALE	600	1.200	1.500
4 - OVEST	16	48	56
AREE PUNTIFORMI	120	150	200
TOTALI	18.008	59.097	66.499

INDAGINE MATRICE LIQUIDA (campionamento acque)

Si ritiene inoltre importante presentare una tabella complessiva dei piezometri di controllo realizzati, in quanto, mentre per i campionamenti dei terreni si è operato in modo praticamente uniforme e comunque si ha contezza dello spessore contaminato, per i piezometri (intesi a partire da fine perforazione per la parte riguardante i controlli analitici di falda) è importante valutare la loro profondità, l'attribuzione della falda controllata (falda sospesa stagionale ovvero prima falda freatica) e la profondità del livello idrico rilevato.

Per facilità di lettura si aggiunge inoltre una tabella semaforica (verde=non contaminata, arancio= contaminata rosso=molto contaminata) e l'indicazione dei parametri rilevati con valori superiori ai limiti di legge.

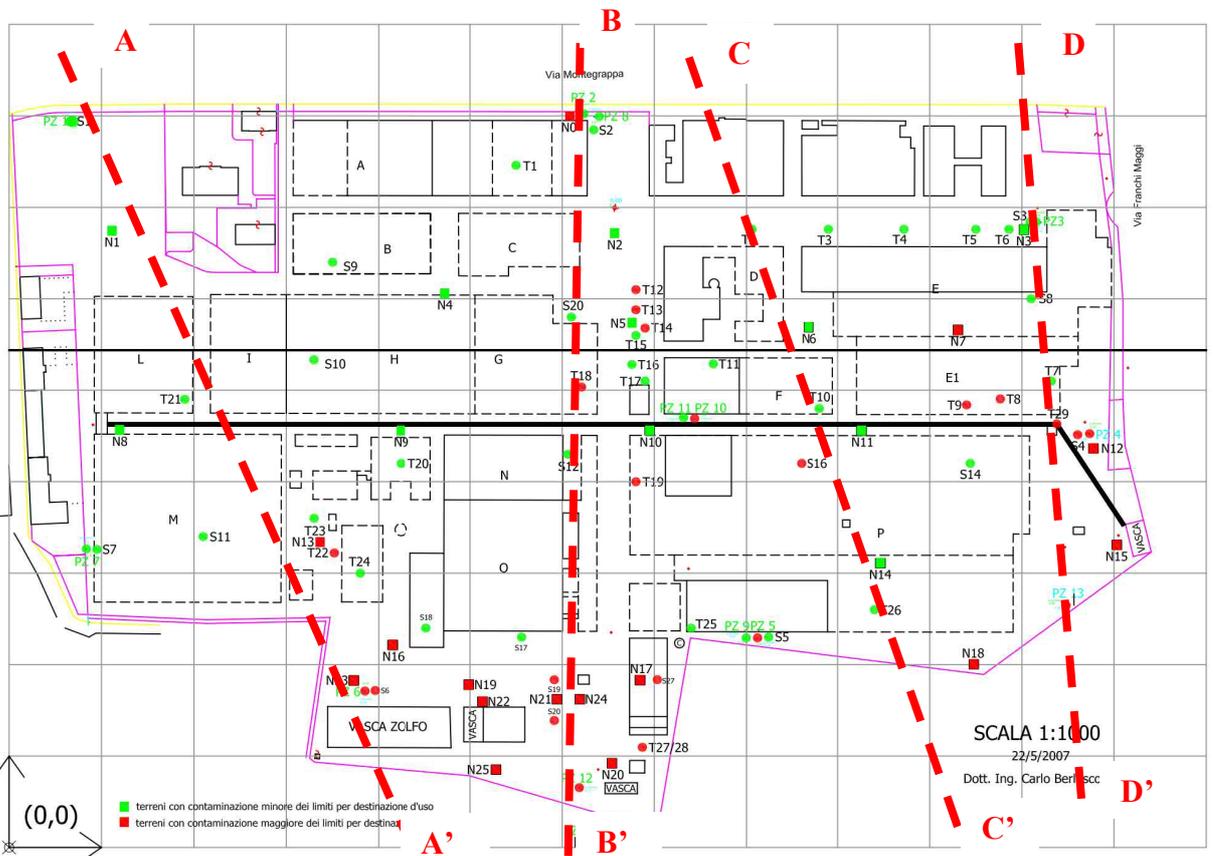
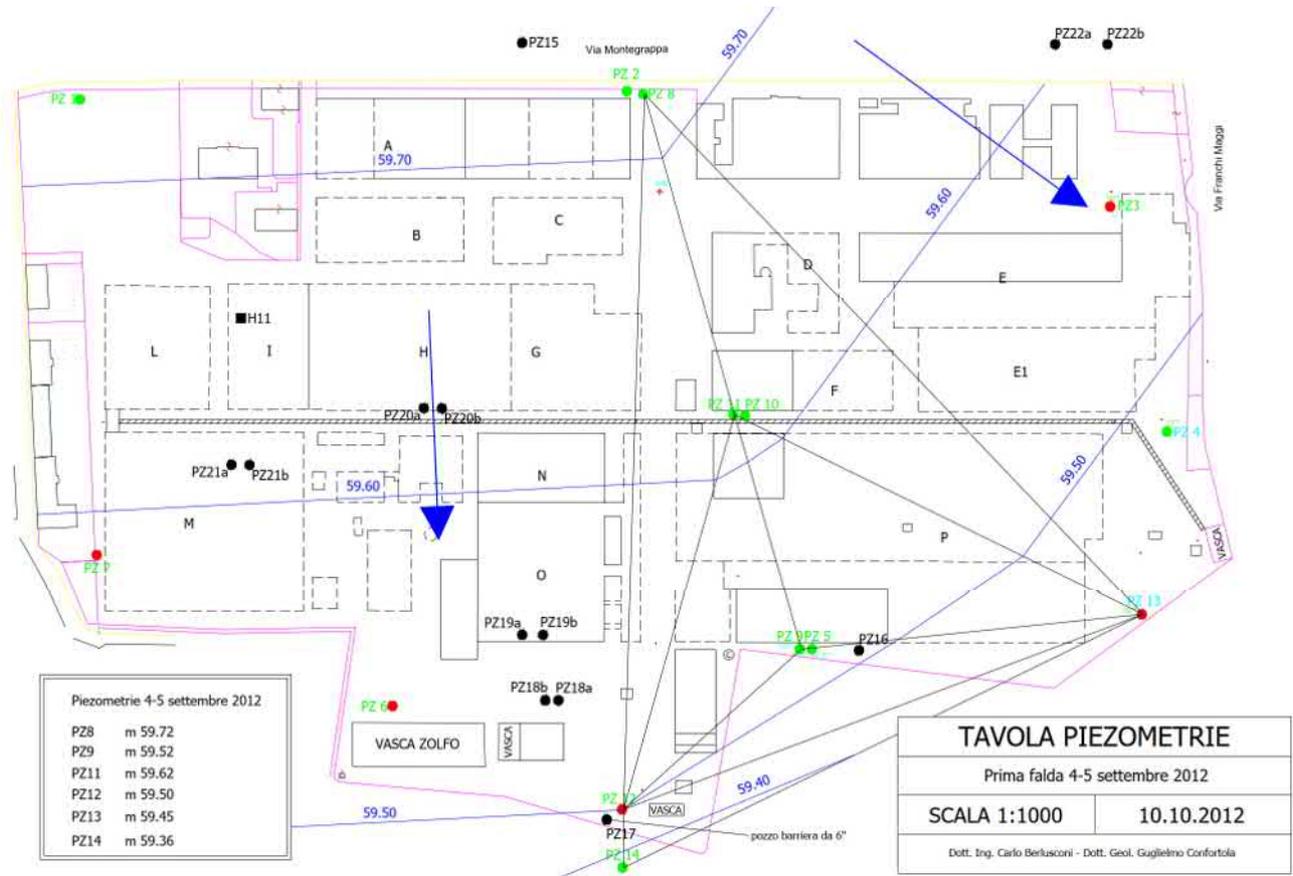
Si rimanda alla mappa di pag. 13 per l'ubicazione dei medesimi.

piezometro	profondità	Tipo falda	falda max rilevata	qualità	Contaminazione
PZ1	-7,00	sospesa	--4,20		Solfati
PZ2	-9,20	sospesa	-5,48		Solfati,IPA
PZ3	-10,00	sospesa	--5,63		Solfati,Ni,Zn,C2Cl4
PZ4	-10,00	sospesa	--5,64		Solfati,Ni,Pb,Zn
PZ5	-10,00	sospesa	-5,25		Solfati,Ni
PZ6	-10,00	sospesa	-5,55		Solfati,Ni,Pb
PZ7	-10,00	sospesa	-5,26		Solfati
PZ8	-40,50	freatica	-14,51		
PZ9	-42,00	freatica	-15,52		
PZ10	-10,00	sospesa	-5,20		Solfati,Ni,IPA
PZ11	-25,00	freatica	-14,56		Solfati,Ni
PZ12	-25,00	freatica	-14,44		Solfati,Ni,Zn,Cd,C2Cl4
PZ13	-25,00	freatica	-9,78		
PZ14	-21,00	freatica	-9,08		Ni

Da notare come le contaminazioni rilevate risultano strettamente correlabili con quelle riscontrate nei terreni campionati in corrispondenza e nell'areale nel quale è stato realizzato il piezometro.

Solo le acque di tre piezometri (Pz8,Pz9,Pz13), tutti in falda freatica, sono risultate non contaminate.

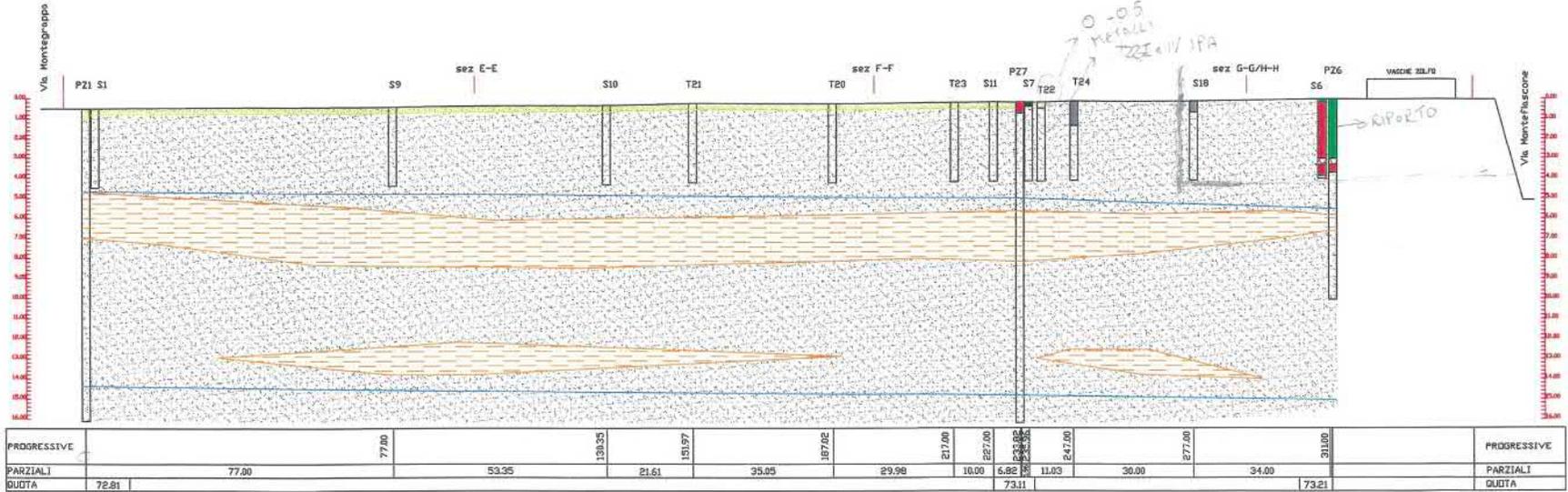
Da evidenziare l'interscambio tra la falda sospesa e quella freatica rilevabile dalla contaminazione dei piezometri di valla Pz11, Pz12 e Pz14 (esterno all'area ████████)



SEZIONE A-A

NORD

SUD



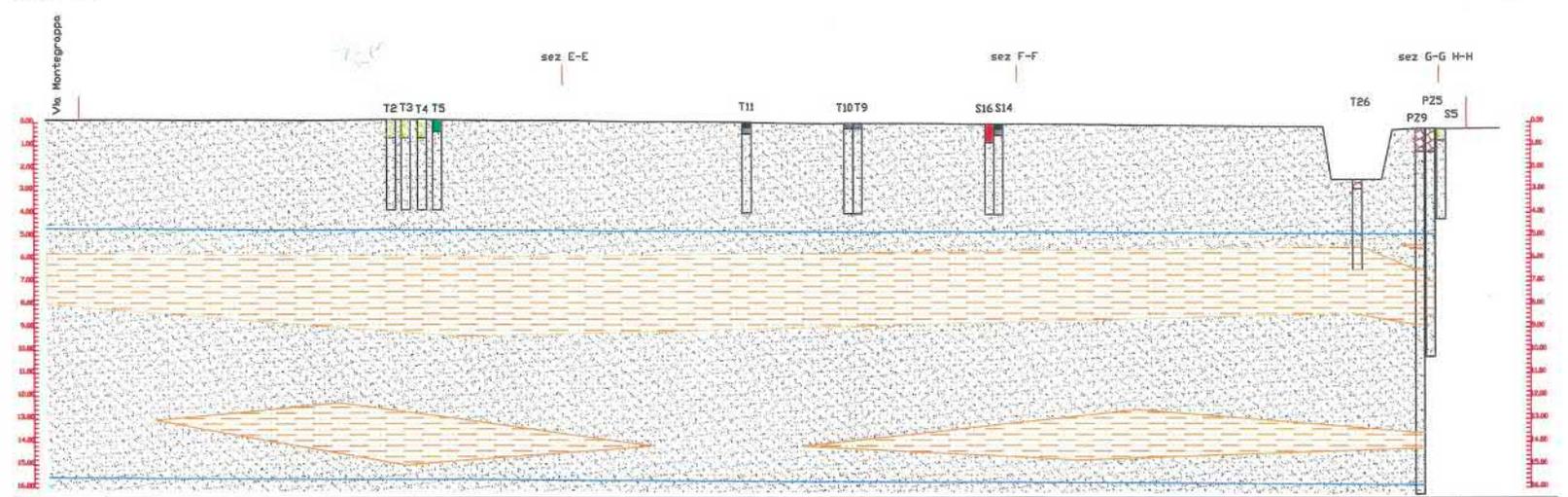
LEGENDA

				valori > limite per destinazione uso IPA e C3/12
				valori > limite per destinazione uso IPA e Piombo
				valori > Cr

SEZIONE C-C

NORD

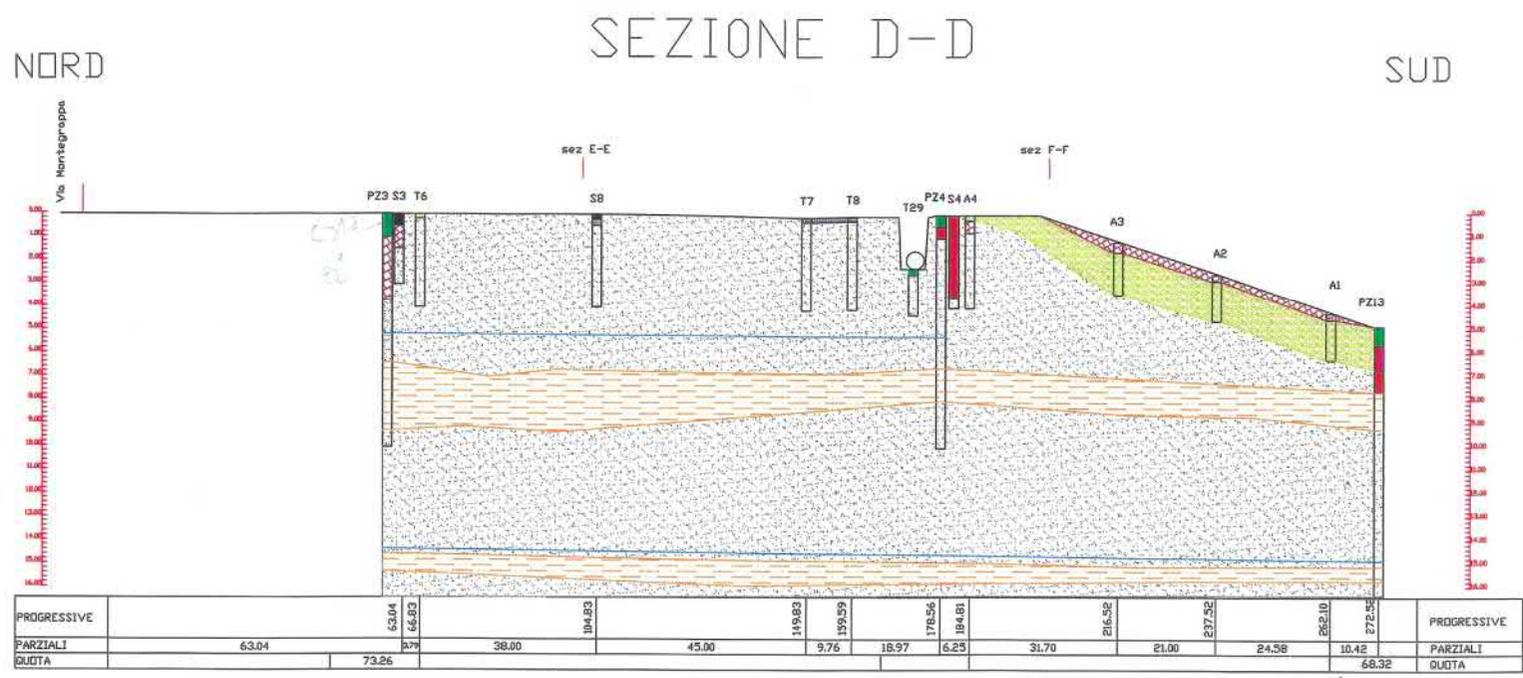
SUD



PROGRESSIVE		68.00		141.58		164.00 165.00		196.00		275.00	294.00	PROGRESSIVE
PARZIALI		68.00		73.58		22.42		30.00		80.00	15.00	PARZIALI
QUOTA	73.42										73.06	QUOTA

LEGENDA

Sabbia e ghiaia	asfalto	cls	valori > limite per destinazione uso IPA e C12
linea sabbiosa	riporto inerti	terreno naturale	valori > limite per destinazione uso IPA e Plomba
falde sospese			valori > Cr



CONSIDERAZIONI OPERATIVE PER IL RECUPERO ED I RIUTILIZZO DELL'AREA

Finora, per un periodo lunghissimo (oltre 10 anni senza considerare gli oltre 5 anni di quiescenza), si è continuato ad esaminare con sempre più approfondite analisi dei terreni e delle falde (falda sospesa e primo acquifero freatico) una caratterizzazione dell'area che sostanzialmente era già stata sufficientemente indagata per poter dare inizio ad una progettualità che provvedesse alla fase di bonifica ambientale del sito.

E' stato dimostrato inoltre che la contaminazione delle falde è strettamente correlabile con l'inquinamento superficiale corrispondente sulla verticale e a monte, pertanto, l'utilizzo di pozzi barriera e conseguente depurazione dell'acqua emunta, senza l'eliminazione della problematica che determina l'inquinamento degli acquiferi ha rappresentato uno studio ed un esercizio che non ha risolto il problema, se non per il periodo pari alla durata di emungimento e depurazione.

Sono state mappate le zone contaminate e la profondità della contaminazione.

Considerato che anche l'alternativa rappresentata dell'analisi di rischio ha fornito risultati che non permettono il riuso dell'area nelle attuali condizioni, in quanto sussistono problematiche nei terreni ed in falda non superabili, dannosi per la salute umana e per l'ecosistema, non è ipotizzabile una soluzione che non preveda l'asporto dei volumi di terreno che hanno mostrato superamenti delle CSC (concentrazioni soglia di contaminazione) per metalli (Piombo, Rame, Zinco principalmente), idrocarburi (generalmente pesanti e policiclici aromatici) e localmente diossine.

Innanzitutto vanno valutate le volumetrie da movimentare che si presentano così distribuite:

- mc. 53.000 circa nell'area sud (area di circa mq. 15.000 dove veniva preparato e prodotto il disolfuro di carbonio)
- mc. 13.000 circa dislocati in 3 zone principali e altre aree puntiformi nel resto dell'area.

Le ipotesi di lavoro proponibili sono così rappresentate:

- movimentazione ed accumulo per lotti su aree predisposte, impermeabilizzate e coperte dei volumi contaminati e successivo conferimento, previo controllo analitico per la classificazione del rifiuto, presso sito autorizzato fino a completamento della bonifica
- predisposizione di zona di deposito definitivo dei volumi contaminati all'interno dell'area ████████ (in pratica una piccola discarica interna impermeabilizzata a letto e a tetto e controllata da piezometri perimetrali)
- soluzioni miste che prevedano conferimenti parziali presso sito autorizzato (ad esempio i mc. 13.000 variamente dislocati sul sedime) affiancati ad aree per il deposito definitivo dei volumi rimanenti (ad esempio i mc. 53.000 presenti nell'area sud).

Solo a seguito di questa fase di bonifica del sito sarà possibile la riattivazione del/dei pozzo/i barriera per un periodo sufficiente all'estrazione dei fluidi contaminati ed il controllo definitivo delle aree bonificate.

La numerosità dei piezometri presenti permetterà la successiva verifica del ripristino dello stato di salute degli acquiferi per un adeguato periodo di osservazione (3-5 anni).

I costi delle operazioni descritte, nell'ipotesi del totale smaltimento dei terreni contaminati come rifiuti da conferire presso sito autorizzato, sono stati ipotizzati sulla base dei dati desunti dalla documentazione esaminata in complessivi 20.000.000 di euro, dei quali:

- circa 10.000.000 per il solo conferimento dei volumi presenti nell'area vasche zolfo (area sud)
- circa €. 2.500.000 per la totale bonifica della rimanente parte dell'area ex ██████
- circa €. 3.300.000 necessari alla gestione dei pozzi barriera durante ed al termine delle operazioni per i successivi 5 anni.

I restanti €. 4.000.000 è rappresentata da costi di movimentazione e gestione dell'intera bonifica, nonché dallo smaltimento del volume importante di rifiuti speciali inerti accumulati sull'area e derivanti dalla demolizione degli immobili preesistenti come da comunicazioni e permessi a suo tempo intercorsi con il Comune di Pavia. Sarebbe infine da valutare l'ipotesi economica della realizzazione di una piccola discarica controllata interna per l'area sud da confrontare con il costo dello smaltimento che nell'ipotesi descritta rappresenta oltre la metà dell'intero importo dei lavori.

Stima preliminare delle opere da eseguire per la bonifica dell'area ████████ Pavia - Via Montegrappa

Op. n°	descrizione lavori	UDM	Quantità	Importo unitario (euro)	Totale voci (euro)	Totale capitoli (euro)
1	Rimozione rifiuti superficiali e gestione materie					
1	Allestimento cantiere (montaggio e smontaggio attrezzature)	a corpo	1,00	50 000,00	50 000,00	
2	Oneri per smaltimento rifiuti	a corpo	1,00	15000,00	15 000,00	
3	Frantumazione e movimentazione interna	a corpo	1,00	300 000,00	300 000,00	
	Totale operazione 1					365 000,00
2	Oneri per rimozione materiali contenenti amianto					
1	Bonifica materiale contenenti amianto matrice compatta	a corpo	1,00	50 000,00	50 000,00	
2	Bonifica materiale contenenti amianto matrice friabile	a corpo	1,00	350 000,00	350 000,00	
	Totale operazione 2					400 000,00
3	Oneri per demolizione residua edifici					
1	Demolizione edifici e frantumazione macerie	a corpo	1,00	80 000,00	80 000,00	
2	Demolizione torre	a corpo	1,00	45 000,00	45 000,00	
	Totale operazione 3					125 000,00
4	Oneri per gestione barriera idraulica durante e successivamente le operazioni di bonifica					
1	Attivazione barriera idraulica	a corpo	1,00	150 000,00	150 000,00	
2	Servizio di trasporto e smaltimento acque emunte periodo (6 mesi)	a corpo	6,00	90 000,00	540 000,00	
3	Costo installazione impianto trattamento compreso allacci e assistenza	a corpo	1,00	150 000,00	150 000,00	
4	Costo di gestione mensile impianto trattamento (6 mesi)	a corpo	6,00	20 000,00	120 000,00	
	Totale operazione 4					960 000,00
5	Oneri ultimazione piano di caratterizzazione e controlli di bonifica					
1	Esecuzione indagini per completamento piano caratterizzazione	a corpo	1,00	100 000,00	100 000,00	
2	Assistenza idonei mezzi operatori per eventuali spostamenti cumuli e/o creazione piste di accesso	a corpo	1,00	50 000,00	50 000,00	
	Totale operazione 5					150 000,00
6	Oneri ultimazione piano di caratterizzazione e bonifica					
1	Installazione e smaltimento cantiere	a corpo	1,00	30 000,00	30 000,00	
2	Formazione di idonea piattaforma per operazioni di stoccaggio	a corpo	1,00	150 000,00	150 000,00	
	Totale operazione 6					180 000,00
7	Bonifica Area sud - vasche zolfo					
1	Scavo del terreno contaminato con idoneo escavatore	mc	53 091,00	2,50	132 727,50	
2	Trasporto interno e creazione di cumuli	mc	53 091,00	1,50	79 636,50	
3	Il terreno tal quale subirà un trattamento di vagliatura da cui si genererà un sopravaglio del 30% e un 70% di sottovaglio					
4	Vagliatura	mc	53 091,00	6,00	318 546,00	
5	Movimentazione interna del sopravaglio pulito 30%	mc	15 927,30	1,50	23 890,95	
6	Sottovaglio si considera il 70% pericoloso e il 30% non pericoloso					
7	Trasporto e smaltimento terreno contaminato CER 17 05 04 con caratteristiche di rifiuto non pericoloso ai sensi del D.M. 29/10/2010	ton	20 625,85	88,89	1 833 431,81	
8	Trasporto e smaltimento terreno contaminato CER 17 05 03 con caratteristiche di rifiuto pericoloso ai sensi del D.M. 29/10/2010	ton	48 126,99	164,80	7 931 327,95	
9	Analisi	a corpo	1,00	116 800,00	116 800,00	
	Totale operazione 7					10 436 360,71
8	Bonifica area est					
1	Scavo del terreno contaminato con idoneo escavatore	mc	11 652,00	2,50	29 130,00	

2	Trasporto interno e creazione di cumuli	mc	11 652,00	1,50	17 478,00	
3	Il terreno tal quale subirà un trattamento di vagliatura da cui si genererà un sopravaglio del 30% e un 70% di sottovaglio					
4	Vagliatura	mc	11 652,00	6,00	69 912,00	
5	Movimentazione interna del sopravaglio pulito 30%	mc	3 495,60	1,50	5 243,40	
6	Sottovaglio si considera il 70% pericoloso e il 30% non pericoloso	mc	8 156,40			
7	Trasporto e smaltimento terreno contaminato CER 17 05 04 con caratteristiche di rifiuto non pericoloso ai sensi del D.M. 29/10/2010	ton	4 526,80	88,89	402 387,25	
8	Trasporto e smaltimento terreno contaminato CER 17 05 03 con caratteristiche di rifiuto pericoloso ai sensi del D.M. 29/10/2010	ton	10 562,54	164,80	1 740 706,59	
9	Analisi	a corpo	1,00	17600,00	17 600,00	
	Totale operazione 8					2 282 457,24
9	Bonifica area centrale					
1	Scavo del terreno contaminato con idoneo escavatore	mc	1 100,00	2,50	2 750,00	
2	Trasporto interno e creazione di cumuli	a corpo	1 100,00	1,50	1 650,00	
3	Il terreno tal quale subirà un trattamento di vagliatura da cui si genererà un sopravaglio del 30% e un 70% di sottovaglio					
4	Vagliatura	mc	1 100,00	6,00	6 600,00	
5	Movimentazione interna del sopravaglio pulito 30%	mc	330,00	1,50	495,00	
6	Sottovaglio si considera il 70% pericoloso e il 30% non pericoloso	mc	770,00			
7	Trasporto e smaltimento terreno contaminato CER 17 05 04 con caratteristiche di rifiuto non pericoloso ai sensi del D.M. 29/10/2010	ton	427,35	88,89	37 987,14	
8	Trasporto e smaltimento terreno contaminato CER 17 05 03 con caratteristiche di rifiuto pericoloso ai sensi del D.M. 29/10/2010	ton	997,15	164,80	164 330,32	
9	Analisi per caratteriste del rifiuto	a corpo	1,00	2500,00	2 500,00	
	Totale operazione 9					216 312,46
10	Bonifica area ovest					
1	Scavo del terreno contaminato con idoneo escavatore	mc	56,00	2,50	140,00	
2	Trasporto interno e creazione di cumuli	a corpo	56,00	1,50	84,00	
3	Il terreno tal quale subirà un trattamento di vagliatura da cui si genererà un sopravaglio del 30% e un 70% di sottovaglio					
4	Vagliatura	mc	56,00	6,00	336,00	
5	Movimentazione interna del sopravaglio pulito 30%	mc	16,80	1,50	25,20	
6	Sottovaglio si considera il 70% pericoloso e il 30% non pericoloso	mc	39,20			
7	Trasporto e smaltimento terreno contaminato CER 17 05 04 con caratteristiche di rifiuto non pericoloso ai sensi del D.M. 29/10/2010	ton	21,76	88,89	1 934,25	
8	Trasporto e smaltimento terreno contaminato CER 17 05 03 con caratteristiche di rifiuto pericoloso ai sensi del D.M. 29/10/2010	ton	50,76	164,80	8 365,25	
9	Analisi per caratteriste del rifiuto	a corpo	1,00	210,00	210,00	
	Totale operazione 10					11 094,69
11	Trattamento di falda barriera idraulica in rispetto del nuovo progetto 12 l/s					
30	Realizzazione allaccio presso scarica acqua superficiale	a corpo	1,00	50 000,00	50 000,00	
31	Realizzazione n° 3-4 pozzi per adeguamento a nuovo progetto		1,00	150 000,00	150 000,00	
32	Adeguamento impianto trattamento alle nuove portate circa 12 l/s	a corpo	1,00	340 000,00	340 000,00	
33	Gestione impianto e relativi costi (5 anni)	anno	5,00	360 000,00	1 800 000,00	
	Totale operazione 11					2 340 000,00
	Totale operazioni 1 ÷ 11					17 466 225,11
	Costi generali					
1	Oneri per la sicurezza 2%	a corpo	1,00	349 324,50	349 324,50	
2	Oneri per la direzione lavori e progettazione 3%	a corpo	1,00	523 986,75	523 986,75	
3	Varie e imprevisti 10%	a corpo	1,00	1 746 622,51	1 746 622,51	
	Totale costi generali					2 619 933,77
	TOTALE GENERALE					20 086 158,87