



METAPONTUM Agrobios



REGIONE BASILICATA

Dipartimento Ambiente, Territorio

e Politiche della Sostenibilità

Ufficio Prevenzione e Controllo Ambientale

**RAPPORTO RELATIVO ALLA CARATTERIZZAZIONE DI SUOLO,
SOTTOSUOLO E ACQUE DI FALDA FINALIZZATA AGLI
INTERVENTI DI BONIFICA DELLA EX LIQUICHIMICA DI TITO
SCALO**

RAPPORTO FINALE

Gennaio 2009

INDICE

1. PREMESSA

2. PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE

3. DESCRIZIONE DEL SITO

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

5. RETE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI E RETE PIEZOMETRICA

5.1 SONDAGGI E PIEZOMETRI

6. MATRICI INDAGATE E DESCRIZIONE DEI SITI DI INDAGINE

6.1 TOPSOIL

6.1.1 CAMPIONAMENTO TOP-SOIL

6.1.2 DESCRIZIONE SITI DI INDAGINE TOP-SOIL

6.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

6.2.1 CAMPIONAMENTO SUOLO E SOTTOSUOLO

6.2.2 DESCRIZIONE SITI DI INDAGINE SUOLO E SOTTOSUOLO

6.3 ACQUE SOTTERRANEE

6.3.1 1 CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE

6.3.2 DESCRIZIONE SITI DI INDAGINE ACQUE SOTTERRANEE

6.4 ACQUE SUPERFICIALI

6.4.1 CAMPIONAMENTO ACQUE SUPERFICIALI

6.4.2 DESCRIZIONE SITI DI INDAGINE ACQUE SUPERFICIALI

1. PREMESSA

L'area industriale di Tito (Pz) rientra all'interno del perimetro del Sito di Interesse Nazionale istituito con D.M. 18 settembre 2001 nr. 468.

Il Consorzio per lo Sviluppo Industriale della Provincia di Potenza con Delibera della Giunta Regionale di Basilicata nr. 436 del 1.3.2005 è stato individuato quale Ente attuatore degli interventi di messa in sicurezza e bonifica dell'area pubblica "ex Liquichimica" nell'ambito dei quali è da comprendersi la realizzazione del Piano di Caratterizzazione, redatto dal Dipartimento Ambiente e Territorio - Ufficio Prevenzione e Controllo Ambientale - della Regione Basilicata e approvato in sede di Conferenza di Servizi presso il Ministero dell'Ambiente in data 9.03.2004 con integrazioni successive prodotte in Ottobre 2004, il cui incarico di esecuzione, con Delibera della Giunta Regionale di Basilicata nr. 967 del 22.4.2005, è stato affidato a questo Ente per quanto attiene l'esecuzione dei sondaggi geognostici. Le attività analitiche sono state affidate alla Società Metapontum Agrobios s.r.l. con D.G.R. n. 967 del 22 aprile 2005, successivamente modificata dalla D.G.R. n. 1235 del 10 agosto 2006. Il presente documento illustra il rapporto di caratterizzazione ambientale del sito "Ex liquichimica di Tito Scalo" di proprietà pubblica e consiste nell'elaborazione dei risultati ottenuti dalle attività di investigazione eseguite nell'ambito dell'intervento di caratterizzazione predisposto dalla Regione Basilicata con D.G.R. 1235 del 10 agosto 2006. Le attività di campo e di laboratorio eseguite per la realizzazione del presente studio derivano dalle indicazioni fornite nel documento progettuale approvato dalla Regione Basilicata. Il presente documento riporta quindi i risultati relativi all'investigazione condotta e pertanto ha lo scopo di fornire un quadro esaustivo delle diverse componenti ambientali indagate (suolo, sottosuolo e acque sotterranee).

Analisi del sito "ex Liquichimica"

Nome del sito: area ex Liquichimica ;

Provincia: Potenza;

Comune: Tito;

Località: Contrada S. Alojia nell'agglomerato del nucleo industriale di Potenza;

Superficie: 32 ettari circa

Destinazione urbanistica: l'area è inserita nella più vasta area industriale di Tito, definita mediante proposta di variante urbanistica al Piano Regolatore, approvato in data 17/06/78 con D.P.G.R. n. 1011.

Situazione del sito: area industriale dismessa, nella quale sono presenti fabbricati e impianti in parte demoliti o in evidente stato di abbandono; una parte considerevole dell'area ex Liquichimica è stata interessata da nuove realizzazioni industriali.

Data di inizio dell'attività a rischio:

L'impianto originario è stato realizzato dalla Chimica Meridionale S.p.A. nell'anno 1969, la Liquichimica Meridionale S.p.A. è subentrata dal settembre 1976; dal 31 marzo 1989 è di proprietà del consorzio ASI di Potenza.

Data di cessazione dell'attività industriale a rischio: nel 1989 è avvenuto il passaggio dell'area e degli impianti dalla Liquichimica Meridionale S.p.A. al consorzio ASI di Potenza;

Durata dell'attività a rischio: circa 21 anni;

Descrizione degli interventi di messa in sicurezza attuati: nessuno.

Popolazione totale potenzialmente soggetta a rischio

- N° residenti limitrofi (lavoratori delle imprese ricadenti nell'area d'influenza):
Circa 360 abitanti.

2. PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE

Il Piano di Caratterizzazione redatto dalla Regione Basilicata e approvato successivamente, con integrazione, dal Ministero dell'Ambiente in sede di Conferenza di Servizi, prevedeva un piano di indagini costituito da sondaggi geognostici distribuiti secondo una maglia 50 m. x 50 m. e per una superficie originaria complessiva pari a circa 50 ha.

Tale superficie tuttavia attualmente risulta essersi modificata nella sua estensione per due motivi:

- il Consorzio per lo Sviluppo Industriale della Provincia di Potenza, su richiesta delle aziende interessate, ha proceduto all'assegnazione di alcuni lotti, gran parte dei quali sono diventati già di proprietà mentre altri sono solo assegnati; per entrambi, le ditte proprietarie in un caso ed assegnatarie nell'altro, stanno procedendo in proprio alla esecuzione del Piano di Caratterizzazione, così come previsto dal D.M. 471/99;
- parte dell'area pubblica "ex Liquichimica", è stata a già svincolata in sede di Conferenza di Servizi presso il Ministero dell'Ambiente, a seguito di indagini su suolo e sottosuolo eseguite dalla Regione Basilicata .

Alla luce di tali modifiche a livello di estensione, la reale superficie di area pubblica "ex Liquichimica" interessata dai sondaggi geognostici finalizzati all'esecuzione del Piano di Caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/99 risulta essere pari a 32,07 ha.

Tale variazione di superficie sebbene abbia comportato una modifica nel numero di sondaggi geognostici che da 200 si sono ridotti a 142, non ha modificato in nessun modo le prescrizioni approvate nel Piano di Caratterizzazione di riferimento e nelle successive integrazioni, sia in termini di esecuzione e sia in termini di ubicazione.

Infine una ulteriore modifica ha comportato la realizzazione di una doppia canna piezometrica , installati in sondaggi adiacenti ma isolati fra loro. In entrambe le canne piezometriche sono stati eseguiti i campionamenti e le relative analisi di laboratorio sulle acque.

3. DESCRIZIONE DEL SITO

3.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito oggetto degli interventi si trova nel comparto occidentale della Basilicata, circa 9 Km. a Ovest di Potenza, ad una quota pari a circa 765 m.s.l.m. Esso è localizzato a circa 4 km. a Nord-Ovest dell'abitato di Tito (Pz), interamente nell'Area Industriale di Tito Scalo, ricadendo quindi all'interno del sito di interesse nazionale individuato dalla *Legge 9 Dicembre 1998, n. 426 (All. E)* e dal successivo *Decreto del Ministro dell'Ambiente dell'8 Luglio 2002*.

L'area è caratterizzata da rilievi dolci che superano i 1400 m. di altezza, propaggini delle Dolomiti Lucane: *Monte Li Foi, Monte Li Foi di Picerno, Monte Paglia d'Orgio, Monte Piano, Crocetta, Il Ciglio e Serranetta*.

La viabilità interna dell'area industriale di Tito Scalo si innesta sulla S.S. 407 Basentana, asse della rete stradale regionale collegata all'Autostrada A3, e sulla linea ferroviaria Potenza-Sicignano che scorre lungo il confine Nord del sito; infine , l'area Industriale si avvale dei servizi del Consorzio per lo Sviluppo Industriale della Provincia di Potenza (che ha sede nello stesso comprensorio), tra cui la raccolta dei reflui convogliati al depuratore di Potenza e la fornitura di acqua potabile e industriale.

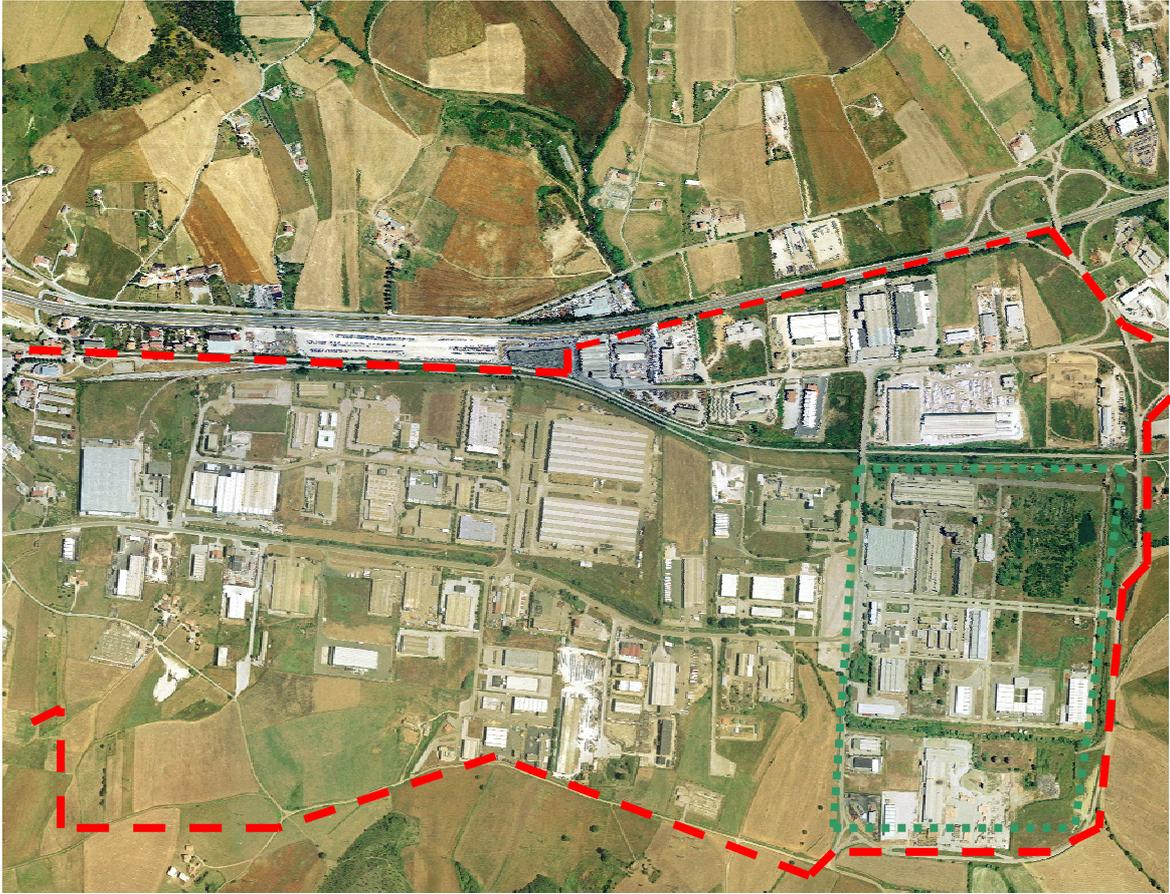


Fig. 1 - Area Industriale di Tito Scalo (Pz)

-  *Perimetro Sito di Interesse Nazionale di Tito (D.M. 468/2001)*
-  *Perimetro area "ex Liquichimica"*

8 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di studio è caratterizzata dalla presenza di depositi fluvio-lacustri, argillosi, limosi e conglomeratici, che affiorano nelle aree depresse che nel quaternario rappresentavano un vero e proprio bacino lacustre: le alluvioni attuali e recenti, che riempiono gli alvei dei principali corsi d'acqua; le alluvioni antiche, che vanno a costituire dei terrazzi fluviali, disposti a varie quote rispetto agli alvei attuali; i detriti di falda antichi e recenti, presenti soprattutto ai margini dei principali massicci.

Le differenze di litologie determinano un assetto morfologico differente. Infatti l'area si presenta con caratteristiche di naturale acclività lì dove sono presenti i litotipi caratterizzati dalla presenza della facies argillosa che ha permesso una più facile erosione e modellamento del territorio, mentre, dove affiorano i litotipi più litoidi e compatti, le pendenze risultano notevoli. La morfologia è praticamente sub-pianeggiante dove sono presenti i litotipi appartenenti ai depositi fluvio-lacustri, cioè nella Piana di Tito ed in corrispondenza dell'area della ex Liquichimica, mentre lungo i margini, dove sono sub-affioranti i detriti di falda e /o i depositi colluviali di vario spessore, le pendenze sono leggermente maggiori ma non superiori a 12°.

A seguito dei numerosi sopralluoghi nonché dall'analisi delle stratigrafie dei sondaggi è emersa la diffusa presenza di depositi prevalentemente sabbioso-limosi e limoso-argillosi che costituiscono il materiale di riempimento di una palude pleisto-olocenica, ovvero di circa 10.000 anni fa che si è impostata in una depressione tettonica ed il risultato della deposizione fluviale più recente.

Le formazioni presenti ed affioranti sui rilievi della zona e in corrispondenza di tagli naturali, appartengono alla serie calcareo-silico-marnosa Lucana. Sono costituite da:

- ❖ Arenarie e marne grigie di Groppa d'Anzi rappresentate da un'alternanza di argille ed argille marnose grigio-verdastre in strati centimetrici, marne biancastre, arenarie quarzoso-micacee torbidity giallastre mioceniche (da 24 a 5 milioni di anni fa), disposte in strati da centimetrici a decimetrici con

scarsa matrice argillosa e talora in banchi potenti con sottili intercalazioni di argilloscisti verdognoli;

- ❖ Scisti Silicei giurassici (da 210 a 140 milioni di anni fa) rappresentati da diaspri varicolori, radiolariti, siltiti e marne rossastre e verdognole con intercalazioni di brecce calcaree
- ❖ Depositi fluvio-lacustri. Risultano costituiti sia da sedimenti incoerenti (livelli sabbiosi e ghiaiosi in matrice limoso-argillosa con ciottoli subarrotondati e arrotondati aventi un diametro anche di 2-4 centimetri), che da sedimenti coerenti (livelletti di argille limose di media consistenza e argille debolmente sabbiose molto plastiche inglobanti ghiaietto, sabbie e rari ciottoli). Sono caratterizzati da frequenti variazioni granulometriche e da eteropia di facies laterale e verticale.

Questi materiali sono legati ad eventi deposizionali violenti, simili a colate di fango e detriti dai vicini versanti, che si riversavano nella palude. Presentano forma lenticolare con frequenti eteropie di facies sia laterali che verticali.

Le indagini puntuali eseguite evidenziano una stratigrafia locale tipica dei depositi alluvionali di natura fluviale e lacustre, molto eterogenei, costituiti da alternanze di litologie prevalentemente sabbiose ghiaiose a litologie più limose – argillose con livelli costituiti da resti organici e con lenti e livelli di sabbia grossolana.

L'orizzonte sede dell'acquifero principale è localizzato principalmente alla profondità variabile circa dai 2 ai 7 metri ed è caratterizzato dalla presenza di ghiaia spigolosa grossolana con abbondante matrice poco coesiva di natura sabbioso - limosa e talora argillosa.

4. INQUADRAMENTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Per definire lo stato della risorsa idrica all'interno dell'area di studio è fondamentale per prima cosa definire il reticolo idrografico locale, per poi evidenziarne le caratteristiche idrogeologiche.

L'area in esame ricade interamente nel bacino imbrifero del fiume Basento (*fig.1*), lungo circa 149 km e con un bacino che si interessa tutto il territorio lucano per circa 1537 kmq. Il Basento nasce nell'Appennino lucano settentrionale, scorre da nord-ovest a sud-est nelle province di Potenza e Matera e sfocia nel Golfo di Taranto nei pressi di Metaponto.



Fig. 1 – Schematizzazione del Bacino del fiume Basento

Il suo bacino è caratterizzato da una scarsa percentuale di superficie permeabile, intorno al 20%, con scarse precipitazioni nella parte bassa del

bacino e piuttosto copiose nella parte più alta dove si riscontra anche una discreta presenza di emergenze sorgentizie.

Il Basento presenta caratteristiche morfologiche piuttosto diverse lungo tutto il suo percorso. Infatti nella parte iniziale scorre tra rocce modellate dall'erosione, attraversa al città di Potenza per giungere fino alla confluenza con il Torrente Camastra che rappresenta il suo maggiore affluente, e, in corrispondenza dello Scalo di Grassano, l'alveo si espande acquisendo caratteri morfologici di tipo alluvionale.

Si seguito si riporta una tabella riassuntiva (*tab.1*) delle principali caratteristiche del bacino idrografico del F. Basento.

Estensione Bacino Idrografico (Km²)	Affluenti Principali	Lunghezza Asta Principale (Km)	Foce
1.537	Torrente Camastra Torrente Tora Torrente Tiera Torrente Rifreddo Torrente Rummolo Torrente Gallitello Torrente Monaco	149	Mar Jonio

Tab. 1 – Schematizzazione del Bacino del F. Basento

L'idrologia di superficie è caratterizzata dalla presenza di due principali bacini di raccolta delle acque meteoriche e sorgive, e precisamente:

a) il bacino della Piana di Tito, sede dell'area industriale, attualmente drenato in cui confluiscono le acque raccolte in un canale di gronda che margina in direzione W-E l'area industriale e quindi accompagnate al Torrente Tora, affluente sinistro del F. Basento;

b) il bacino fluvio-lacustre del Lago Pantano di Pignola, alimentato essenzialmente dalle acque del F. Basento.

Con particolare riferimento all'area di studio, la Zona Industriale di Tito Scalo è caratterizzata dalla presenza di alcuni fossi che hanno origine dai vicini rilievi e che confluiscono nel Torrente la Tora, tributario del Fiume Basento; poco prima della confluenza vi è un ridotto specchio d'acqua senza affluenti, probabilmente

originato dall'emergenza della falda in assenza dell'orizzonte di confinamento. A circa 5 km a Sud – Est del sito, all'interno di un'oasi naturalistica del WWF, si trova il Lago Pantano che è regimentato da una diga a gravità e si trova alla medesima quota del sito oggetto di studio, oltre una sella posta a circa 830 m s.l.m.; il suo effluente, il Torrente del Lago, è tributario del Torrente la Tora.

Il territorio studiato dal punto di vista idrogeologico è caratterizzato dalla presenza di depositi di origine alluvionale che, pur essendo caratterizzati da una variazione del grado di permeabilità relativa, sia in senso orizzontale sia lungo la verticale, presenta, a grande scala, una permeabilità mediamente elevata.

Pertanto è possibile distinguere un complesso idrogeologico alluvionale contraddistinto dalla presenza di una falda di base e da più falde multistrato di media o poca importanza che si rinvengono all'interno degli orizzonti a granulometria più grossolana.

5 . RETE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI E RETE PIEZOMETRICA

5.1 SONDAGGI E PIEZOMETRI

Così come previsto ed indicato nel protocollo del Piano di Caratterizzazione approvato, sono state prelevati 142 aliquote di terreno (Topsoil), eseguiti 122 sondaggi di profondità pari a 15 metri e 20 piezometri a tubo aperto a doppia canna; il totale dei sondaggi effettuati è 162.

I sondaggi sono stati eseguiti utilizzando un mezzo pesante di perforazione (*fig.2*) adottando il metodo di perforazione a rotazione a carotaggio continuo, metodo risultato idoneo per il prelievo e la catalogazione delle carote ed il loro successivo campionamento. La perforazione è avvenuta riducendo al massimo l'uso di fluidi di perforazione, che è consistito nell'immissione di acqua potabile, utilizzata anche per il lavaggio dell'attrezzatura di perforazione tra un sondaggio e l'altro.



Fig. 2 – Mezzo di perforazione

L'ubicazione dei sondaggi e dei piezometri è indicata nell'allegato grafico 1. I sondaggi ricadenti in aree edificate in fase esecutiva sono stati spostati del minimo necessario per evitare danni alle strutture ed alle attività produttive.

I fori da adibire all'installazione delle canne piezometriche sono stati ritombati utilizzando materiale inerte e chiusi nella parte più superficiale con una miscela cementizia per evitare l'infiltrazione nel sottosuolo di eventuali acque di scorrimento. Sono stati installati pozzetti cubici in cls di dimensioni pari a 40*40*40 ed in corrispondenza di passi carrabili sono stati predisposti tombini in ghisa alla quota del p.c.



Fig. 3 – Pozzetti in calcestruzzo e tombini in ghisa.

(*fig.3*). Inoltre a protezione della canna piezometrica sono stati messi in opera



Fig. 4 -Piezometri attrezzati con chiusini

chiusini in alluminio dotati di coperchio e lucchetto, le cui chiavi sono a disposizione del Consorzio ASI.

Ad istallazione completata, le canne piezometriche sono state spurgate (*fig.4 e 5*) con apposita pompa idraulica e le acque successivamente campionate ed

analizzate in laboratorio.

Per ogni sondaggio effettuato, si è redatta la relativa stratigrafia (Allegato 2) e sono riportati le quote dal p.c. alla quale è stata rinvenuta la presenza di acqua.

Le stratigrafie sono state analizzate singolarmente, interpretandole quando necessario e selezionando i dati ritenuti più significativi.

Allo scopo di comprendere l'assetto idrogeologico dell'area, si sono eseguiti 20 piezometri a tubo aperto a doppia canna di profondità variabile in base alle caratteristiche stratigrafiche rinvenute. La scelta in fase progettuale di eseguire piezometri del tipo a "doppia canna", ossia affiancati, è stata dettata dalla presenza di una probabile doppia falda a profondità differenti.

Per evitare problemi di comunicazione nei diversi livelli di falda, nell'esecuzione della seconda canna piezometrica si è proceduto operando secondo il seguente iter prestabilito:

1. perforazione fino al primo strato impermeabile;
2. isolamento della prima falda con una tubazione cieca cementata;
3. estrazione dell'acqua presente all'interno;
4. perforazione degli strati successivi fino al rinvenimento della falda e raggiungimento del secondo strato impermeabile;



Fig. 5 – Operazione di spurgo del piezometro.

5. messa in opera di tubi piezometrici fenestrati (forati) cementati.

Per quanto concerne i piezometri sono state redatte le stratigrafie considerando singolarmente le canne e riportando le profondità dei tubi piezometrici installati.

6. MATRICI INDAGATE E DESCRIZIONE DEI SITI DI INDAGINE

Lo studio del sito di indagine area dell'ex-Liquichimica è stato condotto su diverse tipologia di matrici ed in particolare:

- top-soil
- suolo e sottosuolo
- acque sotterranee
- acque superficiali

6.1 TOP SOIL

Lo studio condotto sul top soil ha l'obiettivo di valutare l'eventuale presenza di fibre di amianto nell'area interessata dal Piano della Caratterizzazione.

I campioni di top soil prelevati sono stati analizzati per l'identificazione di minerali di amianto mediante tecnica FT-IR come di seguito riportata:

PREPARAZIONE DEL CAMPIONE

Il campione da analizzare è stato preventivamente macinato omogeneamente in mortaio d'agata mediante mulinetto vibratore per 5 minuti.

Il campione così macinato è stato messo in crogiolo di porcellana e posto in muffola per essere trattato a 400°C per un'ora.

Dopo trattamento termico il campione è stato lasciato in essiccatore a raffreddarsi quindi un'aliquota tra 0.5 e 1 mg viene trasferita in mortaietto d'agata e miscelata con 200 mg di KBr per 5 minuti. Il KBr (Uvasol Merck) era stato preventivamente essiccato a 110°C e mantenuto in essiccatore. La miscela così preparata è stata versata nello stampo e sottoposta alla pressione di 10 tonnellate per 30 minuti. Dopo aver scaricato la pressione se il disco è risultato integro, privo di imperfezioni e trasparente, è stato avviato alla analisi IR.

ANALISI STRUMENTALE IR

Lo strumento utilizzato è un Perkin-Elmer FT-IR Spectrometer mod. 1760X interfacciato con PC implementato con Spectrum v.2.00 Perkin-Elmer. Lo strumento era stato flussato precedentemente con azoto per eliminare interferenze dovute ad umidità nel banco ottico in KBr. L'analisi dei campione è stata effettuata a flusso di azoto chiuso. La scansione è stata effettuata da 4000 a 400 cm^{-1} .utilizzando come misura del background un pellet di KBr puro. Parte dei campioni sottoposti ad analisi FT-IR sono stati osservati al microscopio a scansione elettronica e in diffrattometria RX.

6.1.1 Campionamento top-soil

I campioni di topsoil, sono stati prelevati, in corrispondenza dei punti stabiliti precedentemente mediante carotiere manuale.

La profondità raggiunta è stata, comunque, di 20 cm dal piano campagna.

Il campioni di top soil, rappresentativi del suolo, hanno particolare importanza ai fini di una caratterizzazione sia mineralogica (presenza di fibre di amianto) che chimica. Essi sono stati posti all'interno di contenitori di vetro ed etichettati in base al numero del campione ed al nome del sito in cui è avvenuto il prelievo stesso.

Di seguito si riportano in tabella (tab.2) i topsoil campionati nell'area della ex liquichimica:

Tab. 2 – Top soil

**Caratterizzazione area ex liquichimica Tito Scalo
Campioni sottoposti ad analisi per la ricerca di amianto**

Sondaggio	Codice est	Cod lab	Analisi FT-IR	Analisi SEM/DRX
A4	A4/TS	1001	X	
A5	A5/TS	1002	X	
A6	A6/TS	1003	X	
A7	A7/TS	1004	X	
A8	A8/TS	1005	X	
A9	A9/TS	1006	X	
A10	A10/TS	1007	X	X
A11	A11/TS	1008	X	
A12	A12/TS	1009	X	
A14	A14/TS	1010	X	
A16	A16/TS	1011	X	
B10	B10/TS	1012	X	X
B11	B11/TS	1013	X	
B13	B13/TS	1014	X	
B14	B14/TS	1015	X	
B16	B16/TS	1016	X	
C4	C4/TS	1017	X	
C10	C10/TS	1018	X	
C11	C11/TS	1019	X	X
D4	D4/TS	1020	X	
D7	D7/TS	1021	X	
D8	D8/TS	1022	X	
D9	D9/TS	1023	X	
D10	D10/TS	1024	X	
D11	D11/TS	1025	X	
D12	D12/TS	1026	X	X
D13	D13/TS	1027	X	
D14	D14/TS	1028	X	
D15	D15/TS	1029	X	
D16	D16/TS	1030	X	
E4	E4/TS	1031	X	
E6	E6/TS	1032	X	
E7	E7/TS	1033	X	
E8	E8/TS	1034	X	
E9	E9/TS	1035	X	
E10	E10/TS	1036	X	X
E13	E13/TS	1037	X	
E14	E14/TS	1038	X	
E15	E15/TS	1039	X	
E16	E16/TS	1040	X	
F4	F4/TS	1041	X	
F6	F6/TS	1042	X	
F7	F7/TS	1043	X	

F8	F8/TS	1044	X	
F9	F9/TS	1045	X	
F10	F10/TS	1046	X	
F11	F11/TS	1047	X	
F12	F12/TS	1048	X	X
F16	F16/TS	1049	X	X
G4	G4/TS	1050	X	
G6	G6/TS	1051	X	
G7	G7/TS	1052	X	
G8	G8/TS	1053	X	
G10	G10/TS	1054	X	
G11	G11/TS	1055	X	X
G12	G12/TS	1056	X	X
G13	G13/TS	1057	X	X
G14	G14/TS	1058	X	
G15	G15/TS	1059	X	
G16	G16/TS	1060	X	X
G17	G17/TS	1061	X	
H4	H4/TS	1062	X	
H5	H5/TS	1063	X	
H6	H6/TS	1064	X	
H7	H7/TS	1065	X	
H8	H8/TS	1066	X	
H9	H9/TS	1067	X	
H10	H10/TS	1068	X	
H11	H11/TS	1069	X	
H12	H12/TS	1070	X	X
H16	H16/TS	1071	X	
I5	I5/TS	1072	X	
I6	I6/TS	1073	X	X
I7	I7/TS	1074	X	
I8	TS18	1075	X	X
I9	TS19	1076	X	X
I20	TS20	1077	X	X
I10	I10/TS	1078	X	
I11	I11/TS	1079	X	
I12	I12/TS	1080	X	X
I16	I16/TS	1081	X	
I17	I17/TS	1082	X	
L4	L4/TS	1083	X	
L6	L6/TS	1084	X	
L8	TS22	1085	X	X
L9	L9/TS	1086	X	X
L10	L10/TS	1087	X	
L12	L12/TS	1088	X	
L16	L16/TS	1089	X	
M5	TS23	1090	X	X
M6	M6/TS	1091	X	
M7	M7/TS	1092	X	
M8	TS23	1093	X	X
M10	M10/TS	1094	X	
M11	TS25	1095	X	X

M12	M12/TS	1096	X	
M16	M16/TS	1097	X	
N4	N4/TS	1098	X	
N5	N5/TS	1099	X	
N6	N6/TS	1100	X	
N7	N7/TS	1101	X	
N8	N8/TS	1102	X	
N9	N9/TS	1103	X	
N10	N10/TS	1104	X	
N11	N11/TS	1105	X	
N12	N12/TS	1106	X	X
N16	N16/TS	1107	X	
O5	O5/TS	1108	X	
O6	O6/TS	1109	X	
O8	O8/TS	1110	X	
O9	O9/TS	1111	X	X
O10	O10/TS	1112	X	
O11	O11/TS	1113	X	
O12	O12/TS	1114	X	
O14	O14/TS	1115	X	X
O15	O15/TS	1116	X	
O16	O16/TS	1117	X	X
P4	P4/TS	1118	X	
P5	P5/TS	1119	X	
P6	P6/TS	1120	X	X
P7	P7/TS	1121	X	
pA1	pA1/TS	1122	X	
pA13	pA13/TS	1123	X	
pA22	pA22/TS	1124	X	
pB4	pB4/TS	1125	X	X
pC16	pC16/TS	1126	X	X
pD6	pD6/TS	1127	X	
pF13	pF13/TS	1128	X	
pG9	pG9/TS	1129	X	
pL5	pL5/TS	1130	X	X
pL7	pL7/TS	1131	X	X
pL11	pL11/TS	1132	X	
pL17	pL17/TS	1133	X	
pM4	pM4/TS	1134	X	
pM9	pM9/TS	1135	X	
pO4	pO4/TS	1136	X	
pO7	pO7/TS	1137	X	
pO13	pO13/TS	1138	X	
pP1	pP1/TS	1139	X	
pP22	pP22/TS	1140	X	

Trenta campioni di Topsoil già sottoposti ad analisi FT-IR sono stati ulteriormente investigati presso il CNR – IMAA di Tito Scalo mediante l'utilizzo di tecniche SEM e DRX.

6.1.2 Misure Radiometriche

La verifica del rischio radiologico (presenza di radioattività discriminabile significativamente dal fondo naturale) presso la ex LIQUICHIMICA sita nella Zona industriale di TITO Scalo (PZ) è stata eseguita mediante una campagna di misure di tipo radiometriche.

Nello specifico le zone monitorate della ex LIQUICHIMICA sono state le seguenti:

- l'area della **ex discarica fosfogessi** (punto 11 allegato successivo) e il **laghetto** posto a Est della discarica (punto 12 dell'allegato successivo);
- l'area denominata **superfosfato** (costituita da un blocco in cemento armato e da un'area antistante pure pavimentata in cemento) (punto 16 dell'allegato successivo);
- l'**ex deposito fosforiti** (struttura in acciaio con copertura e pannelli laterali in lamiera zincata, attualmente adibita a deposito per la Croce Rossa Italiana (lato Sud) e per la protezione civile della Prefettura di Potenza (lato Nord) (punto 16 dell'allegato successivo).

Per misurare e valutare l'eventuale presenza di materiale radioattivo in tali zone, sono stati impiegati due rateometri portatili della casa costruttrice VICTOREEN:

- 1 modello 450B a camera di ionizzazione;
- 2 modello 290 SI Thiac IV corredato di sonda GM modello 489-110D.

Entrambi gli strumenti, testati prima dell'impiego con una sorgente di riferimento, sono risultati perfettamente funzionanti ed efficienti. Inoltre, prima di effettuare le misure nelle zone di interesse e sufficientemente lontano da queste (all'esterno della zona recintata), sono state effettuate misure del fondo naturale di radiazioni della zona che è risultato strumentalmente pari a circa 0,04-0,05 mR/h per lo strumento 1 e a circa 0,3-0,5 μ Sv/h per lo strumento 2.

DESCRIZIONE DELLE MISURE RADIOMETRICHE EFFETTUATE

AREA EX DISCARICA FOSFOGESSI – LAGHETTO

Sono state effettuate numerose misure: all'esterno, all'interno delle tre aree costituenti la discarica (sin dove è stato possibile addentrarsi), nelle zone intermedie a tali aree e nell'intorno del laghetto. Tutte le misure, effettuate ad 1 m di altezza dal terreno e al suolo, non hanno evidenziato valori di esposizione o di contaminazione (alfa/beta/gamma) significativamente discriminabili dal fondo naturale della zona.

Con criterio a giudizio, sono stati prelevati all'interno della ex discarica fosfogessi 6 campioni (carote di terreno per una profondità di 20 cm ed un diametro di 4 cm) nei punti aventi le seguenti coordinate UTM-ED50 rilevate con strumento GPS GARMIN modello E-TREX (errore della misura circa 5 m): (0561627 – 4495258), (0561554 – 4495235), (0561545 – 4495185), (0561547 – 4495120), (0561574 – 4495104), (0561537 – 4495034). Un ulteriore campione di terreno, di coordinate (0561692 – 4495279), è stato prelevato in prossimità della ex cabina distribuzione metano posta in zona marginale presso la recinzione che delimita a N/E il sito della ex LIQUICHIMICA (punto 4 dell'allegato 1). Un campione di acqua è stato prelevato presso il laghetto.

Tutti i campioni raccolti sono stati analizzati in laboratorio. I conteggi sono stati effettuati in parallelo con:

- strumentazione della EG&G BERTOLD UmoLB123 corredata di sonda proporzionale LB1238 per misure di attività e pozzetto in piombo LB 7411;
- scintillatore liquido TRI CARB della PACKARD - modello 1600 TR.

Area superfosfato

Misure di contaminazione radioattiva

Sull'area interessata, ricoperta di numerosi detriti di cemento-amianto, sono state effettuate numerose misure di contaminazione radioattiva.

Area ex deposito fosforiti

Misure di contaminazione radioattiva

Con criterio a giudizio, sono state effettuate numerose misure di contaminazione radioattiva all'esterno e nelle zone accessibili interne al capannone (zone non ingombrate dai materiali attualmente depositati) sia nella zona afferente alla Croce Rossa Italiana (lato Sud) che in quella afferente alla Prefettura di Potenza (lato Nord). In particolare sono stati monitorati il pavimento, gli spigoli tra pavimento e muri e alcune zone poco accessibili e non soggette a operazioni di pulizia.

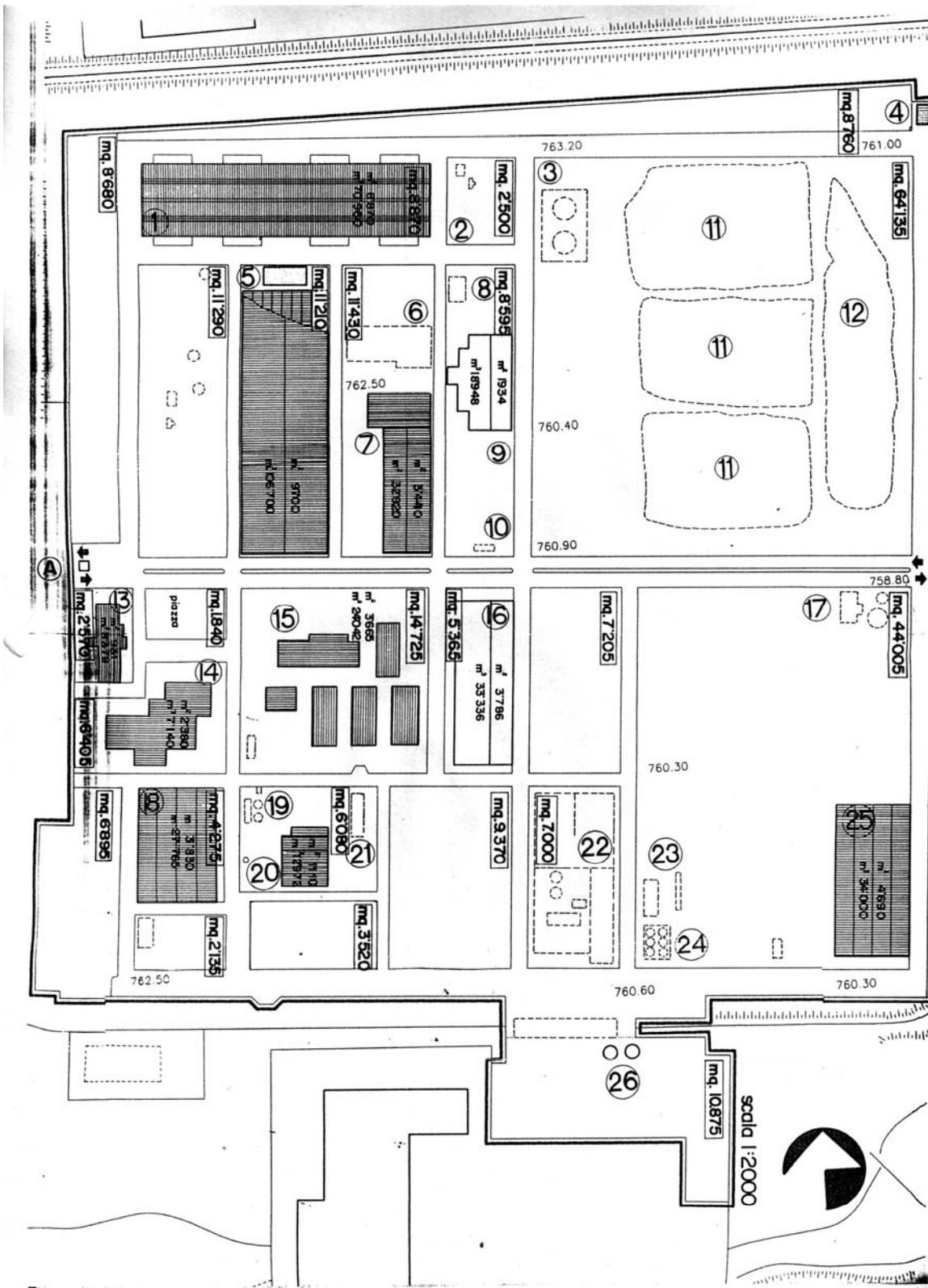


Fig 6 – Area sottoposta a misure radiometriche

STATO DI FATTO

- Ⓐ Ingresso area ex liquichimica
- ① Deposito fertilizzanti in sacchi
Struttura in acciaio - Copertura con onduline di Eternit
Pannelli laterali in Eternit e plastica
- ② Acido nitrico
Struttura in c. a.
- ③ Deposito acido nitrico
Cisterne in c.a.
- ④ Cabina distribuzione metano
Struttura in mattoni pieni a tre teste
Copertura in onduline di Eternit
- ⑤ Deposito fertilizzanti sfusi
Struttura in acciaio - Setti interni in c.a.
Copertura e pannelli laterali in onduline di Eternit
- ⑥ Complessi granulati
Struttura in acciaio - Pannelli laterali in lamiera zincata
- ⑦ Deposito superfosfato
Struttura in acciaio - Copertura e pannelli laterali
in onduline di Eternit
- ⑧ Nitrato di calce
Struttura in c.a. - Tamponature in blocchetti
- ⑨ Deposito CaCO₃ e NaCl
Struttura in acciaio - Copertura e pannelli laterali in lamiera zincata
- ⑩ Superfosfato
Blocco in c.a.
- ⑪ Discarica
- ⑫ Laghetto
- ⑬ Palazzina uffici
- ⑭ Ristorazione Collettiva Basilicata
- ⑮ C.N.R.
- ⑯ Deposito fosforiti
Struttura in acciaio - Copertura e pannelli laterali in lamiera zincata
- ⑰ Trattamento acque di scarico
Struttura in c.a.
- ⑱ Officina e Magazzino
Struttura in acciaio - Copertura in lamiera zincata, pannelli laterali
in onduline di Eternit
- ⑲ Cisterna acqua demineralizzata
- ⑳ Centrale termoelettrica
Struttura in acciaio - Copertura in onduline di Eternit, pannelli laterali
in onduline di Eternit e plastica trasparente
- ㉑ Torri raffreddamento acqua
Struttura in c.a.
- ㉒ Depositi Cloruri solf. di Na, K e Hcl
Struttura in c.a.
- ㉓ Cisterne deposito solfati
- ㉔ Cisterne deposito H₂SO₄
- ㉕ TE,CO STEEL
Struttura in acciaio - Copertura in lamiera zincata
- ㉖ Deposito NH₃

Fig 6 - Area sottoposta a misure radiometriche

6.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

Il campionamento di suolo e sottosuolo ha lo scopo di valutare il grado di contaminazione di tale matrice mediante la ricerca dei parametri chimici e la misura dei parametri fisici previsti nel Piano della Caratterizzazione del sito

6.2.1 Campionamento suolo

Premesso che il campionamento deve essere rappresentativo al fine di consentire un'accurata fotografia dello stato di contaminazione del sito in esame in un determinato momento.

Le attività di campionamento eseguite nell'area dell'ex Liquichimica sono state condotte in condizioni tali da:

- evitare alterazione della composizione chimica del materiale prelevato per effetto di surriscaldamento, di dilavamento o di contaminazione da parte di sostanze e/o attrezzature durante il campionamento;
- determinare con la massima accuratezza possibile la profondità del prelievo nel suolo e il campione prelevato deve esser conservato con tutti gli accorgimenti necessari affinché non subisca alterazioni;
- utilizzare contenitori in materiale adeguato (vetro e/o polietilene);
- conservare il materiale campionato in luogo adeguato a preservarne inalterate le caratteristiche chimico-fisiche.

Inoltre, per ogni posizione di prelievo è stato eseguito un rilievo stratigrafico di massima, allo scopo di evidenziare le variazioni fra gli strati della sezione da campionare.

Nel corso degli interventi di prelievo dei campioni, tutto il materiale estratto è stato esaminato e la descrizione della stratigrafia è stata effettuata a cura di un Geologo.

La carota estrusa è stata quindi fotografata e poi depositata in apposite cassette catalogatrici.

Dal materiale estratto da ogni posizione di sondaggio sono stati prelevati i campioni secondo lo schema definito in progetto rispettando quindi le profondità stabilite. In ogni caso, i campionamenti hanno riguardato tutti i singoli strati omogenei, non trascurando quelli con evidenze anomale. Nella formazione del campione inviato all'analisi si è proceduto secondo lo schema seguente:

- i campioni sono stati identificati, sono stati scartati i materiali estranei che potevano alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.);
- i campioni sono stati omogeneizzati per avere una distribuzione uniforme dei contaminanti;
- I campioni da sottoporre ad analisi dei volatili e/o sostanze degradabili sono stati conservati a 4°C sino all'inoltro al laboratorio.

Le operazioni di formazione del campione sono state effettuate con strumenti decontaminati dopo ogni operazione e con modalità adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

Al fine di evitare la perdita per volatilizzazione delle sostanze aventi tali caratteristiche si è proceduto alla riduzione dei tempi di esposizione all'aria dei materiali. Allo scopo le operazioni di formazione del campione sono state condotte immediatamente dopo la deposizione della carota nell'apposito contenitore, prima della deposizione in cassetta catalogatrice e prima di procedere alle operazioni di descrizione.

Con una paletta/spatola in acciaio inox opportunamente decontaminata sono state prelevate porzioni di materiali solidi, selezionando casualmente alcune aliquote su tutta la lunghezza della colonna da campionare.

Il materiale prelevato con la spatola è stato immediatamente inserito in un contenitore idoneo e con tappo a tenuta, riempito completamente e sigillato immediatamente.

Dopo la formazione del campione lo stesso è stato immediatamente trasferito in un contenitore mantenuto a 4° C e inviato, entro le 8 h, al laboratorio.

In considerazione del fatto che il laboratorio di Agrobios impiega la tecnica di analisi Purg & Trap accoppiata alla spettrometria di massa, i campioni da

sottoporre ad analisi di volatili sono stati prelevati utilizzando minicarotatori monouso che hanno permesso di prelevare il suolo ortogonalmente alla carota, con scarico della minicarota così subcampionata nelle vials. L'analisi della componente volatile è stata effettuata immediatamente sul tal quale, senza eseguire la vagliatura dei materiali procedendo comunque all'allontanamento manuale dei corpi estranei e della frazione grossolana eventualmente presenti. Su un'aliquota a parte dello stesso campione è stata determinato il contenuto d'acqua, al fine di poter riferire la concentrazione dell'inquinante alla sostanza secca.

Al fine di consentire il prelievo di un campione rappresentativo di suolo e sottosuolo da sottoporre ad analisi della componente non volatile, è stata utilizzata la metodologia U.S. EPA Pb 92-963408 (1991). La formazione del campione è stata fatta su telo impermeabile in condizioni adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

Il materiale utilizzato nella formazione del campione è stato omogeneizzato sul telo e prelevato sulla base delle tecniche di quartatura per ottenere un campione rappresentativo dell'intero strato individuato. Le operazioni di formazione del campione sono state effettuate con strumenti decontaminati dopo ogni operazione ivi compresi i reli impermeabili. I campioni sono conservati in vasetti di vetro opportunamente sigillati individualmente e contrassegnati esternamente con un codice identificativo del punto di prelievo, l'intervallo di profondità e data di campionamento.

Dopo la formazione del campione lo stesso è stato, nel più breve tempo possibile, trasferito in un contenitore mantenuto a 4° C e inviato, entro 8 h, al laboratorio. Per garantire la completa essiccazione, il campione è stato disposto su appositi contenitori e conservato in locali a temperatura ambiente e adeguata ventilazione per almeno una settimana, garantendo l'assenza di contaminazione dovuta all'ambiente e tra i campioni stessi.

Successivamente il campione è stato macinato con rullo di gomma al fine di frantumare gli aggregati di dimensioni maggiori, evitando di macinare o frantumare le frazioni a granulometria superiore ai 2 mm (vedi norma UNI

10802). Il campione è stato setacciato al fine di ottenere la frazione passante al vaglio dei 2 mm, pulendo adeguatamente tutti gli strumenti impiegati nelle varie operazioni. La frazione granulometrica superiori ai 2 mm è stata conservata in adeguati contenitori (Falcon), per permettere lo svolgimento di eventuali analisi di approfondimento.

La frazione sulla quale sono state condotte le analisi di laboratorio per tutte le sostanze da ricercare è quella passante al vaglio dei 2 mm. I risultati per questa frazione sono rappresentativi di tutta la matrice solida e sono quelli da utilizzare (senza alcuna ulteriore operazione di calcolo e, quindi, indipendentemente dalla percentuale con cui la frazione inferiore ai 2 mm è presente nel materiale solido) nel confronto con i valori di concentrazione limite previsti dalla norma. Pertanto, i valori di concentrazione determinati sono stati riferiti esclusivamente al peso del suolo secco passante al vaglio dei 2 mm.

Il prelievo dei campioni è stato effettuato secondo le seguenti modalità:

- sondaggi a 15 m. → prelievo di nr. 3 campioni di terreno a profondità comprese tra 0-1 m, 1-12 m e a fondo foro
- sondaggi a 25 m → prelievo di nr. 5 campioni di terreno a profondità comprese tra 0-1 m, 1-7 m, 15-20 m e a fondo foro

6.2.1.1 Descrizione siti di Indagine suolo e sottosuolo

Sono stati eseguiti 122 sondaggi di profondità pari a 15 metri e 20 piezometri a tubo aperto a doppia canna; il totale dei sondaggi effettuati è 162.

Di seguito si riportano i 122 sondaggi effettuati (*tab.3*):



Fig. 7 –

Campioni stoccati nelle

vials e nei contenitori di vetro

Tab. 3 – Sondaggi a 15 metri.

Sondaggi	Data	Quote (m/slm)	UTM WGS84 Est	UTM WGS84 Nord
A4	21/09/2007	767	561081	4495148
A5	18/10/2007	765	561075	4495108
A7	9/10/2007	764	561068	4494986
A8	9/10/2007	764	561067	4494947
A9	29/08/2007	764	561059	4494893
A10	28/08/2007	762	561060	4494851
A11	29/08/2007	762	561058	4494787
A12	14/09/2007	762	561052	4494733
A14	30/08/2007	763	561041	4494649
A16	03/09/2007	762	561058	4494548
B4	21/09/2007	766	561135	4495142
B10	28/08/2007	762	561110	4494841

B11	14/09/2007	762	561118	4494791
B13	17/09/2007	762	561106	4494689
B14	17/09/2007	762	561103	4494650
B16	03/09/2007	761	561090	4494550
C4	24/09/2007	766	561181	4495141
C10	27/08/2007	762	561160	4494838
C11	14/09/2007	762	561163	4494784
D4	24/09/2007	766	561232	4495139
D7	28/04/2008	762	561189	4494986
D8	24/04/2008	762	561190	4494934
D9	24/04/2008	762	561185	4494886
D10	27/08/2007	762	561212	4494837
D11	12/09/2007	761	561203	4494783
D12	13/09/2007	761	561203	4494731
D13	29/04/2008	761	561211	4494678
D14	29/04/2008	761	561190	4494646
D15	28/04/2008	761	561195	4494585
D16	31/08 - 03/09/2007	760	561188	4494543
E4	24/09/2007	765	561282	4495138
E6	22/04/2008	762	561275	4495016
E7	22/04/2008	763	561269	4494981
E8	21/04/2008	762	561270	4494928
E9	21/04/2008	762	561266	4494879
E10	27/08/2007	761	561257	4494823
E13	29/04/2008	761	561251	4494682
E14	02/05/2008	761	561249	4494630
E15	28/04/2008	761	561241	4494574
E16	31/08/2007	760	561242	4494538
F4	25/09/2007	764	561332	4495137
F6	22/04/2008	762	561321	4495014
F7	23/04/2008	763	561334	4494974
F8	23/04/2008	762	561326	4494926
F9	23/04/2008	762	561323	4494875

F10	3/08/2007	761	561308	4494830
F11	13/09/2007	761	561305	4494778
F12	13/09/2007	761	561303	4494727
F16	30/08/2007	760	561294	4494533
G4	26/09/2007	763	561376	4495137
G6	24/04/2008	763	561374	4495022
G7	02/05/2008	763	561371	4494980
G8	02/05/2008	762	561364	4494909
G10	3/08/2007	761	561364	4494827
G11	10/09/2007	761	561369	4494780
G12	10/09/2007	761	561363	4494724
G13	10/09/2007	760	561365	4494675
G14	07/09/2007	760	561361	4494623
G15	07/09/2007	760	561358	4494576
G16	31/08/2007	760	561342	4494531
G17	04/09/2007	761	561340	4494468
H4	17-20/09/2007	764	561429	4495119
H5	8/10/2007	763	561428	4495071
H6	8/10/2007	762	561447	4495030
H7	8/10/2007	762	561415	4494970
H8	5/10/2007	761	561418	4494921
H9	5/10/2007	762	561403	4494865
H10	2/08/2007	761	561415	4494822
H11	11/09/2007	760	561400	4494771
H12	11/09/2007	759	561405	4494718
H16	06/09/2007	760	561386	4494513
I5	11/10/2007	762	561480	4495084
I6	12/10/2007	762	561471	4495003
I7	10/10/2007	762	561460	4494966
I8	10/10/2007	762	561469	4494918
I9	10/10/2007	761	561471	4494865
I10	2/08/2007	760	561461	4494821
I11	11/09/2007	760	561459	4494767

I12	12/09/2007	760	561457	4494717
I16	05/09/2007	760	561440	4494507
I17	04/09/2007	762	561437	4494467
L4	20/09/2007	763	561532	4495112
L5	11/10/2007	762	561530	4495082
L6	12/10/2007	762	561522	4494999
L8	17/10/2007	762	561510	4494921
L9	17/10/2007	762	561511	4494838
L10	2/08/2007	760	561514	4494817
L12	12/09/2007	760	561502	4494717
L17	05/09/2007	761	561491	4494462
M4	20/09/2007	762	561583	4495111
M5	11/10/2007	762	561579	4495059
M6	12/10/2007	762	561570	4495010
M7	15/10/2007	761	561568	4494961
M8	17/10/2007	761	561568	4494909
M10	31/07/2007	759	561556	4494811
M11	4/10/2007	760	561538	4494761
M12	5/10/2007	760	561533	4494711
M16	06/09/2007	760	561541	4494522
N4	21/09/2007	761	561629	4495104
N5	15/10/2007	760	561626	4495057
N6	15/10/2007	762	561621	4495004
N7	16/10/2007	761	561618	4494951
N8	16/10/2007	761	561617	4494906
N9	16/10/2007	760	561613	4494850
N10	1/8/2007	759	561609	4494809
N11	4/10/2007	758	561621	4494756
N12	4/10/2007	758	561616	4494707
N16	07/09/2007	760	561597	4494515
O5	26/09/2007	756	561683	4495051
O6	18/10/2007	758	561644	4494998
O8	28/09/2007	761	561697	4494903

O9	1/10/2007	761	561668	4494848
O10	1/10/2007	760	561659	4494802
O11	2/10/2007	762	561662	4494753
O12	2/10/2007	763	561651	4494703
O14	3/10/2007	765	561651	4494604
O15	3/10/2007	766	561647	4494551
O16	3/10/2007	767	561640	4494502
P4	26/09/2007	767	561724	4495099
P5	27/09/2007	765	561724	4495045
P6	27/09/2007	762	561720	4494994
P7	28/09/2007	761	561712	4494940

Di seguito si riporta una tabella schematica (tab. 4) in cui sono riferite tutte le profondità dei piezometri a doppia canna realizzati:

Tab. 4 – Piezometri.

Denominazione	Profondità 1° canna (metri)	Profondità 2° canna (metri)	Quote (m/slm)	UTM WGS84 Est	UTM WGS84 Nord
pD6	- 11.00	- 35.00	763	561207	4495036
pG9	- 13.00	- 19.00	762	561364	4494871
pL11	- 9.00	- 18.00	760	561507	4494766
pl4	- 9.00	- 31.00	763	561480	4495116
pC16	- 13.00	- 20.00	761	561149	4494548
pL16	- 17.00	- 23.00	760	561493	4494523
pF13	- 8.00	- 15.00	761	561291	4494695
pM,N(5,6)	- 8.00	- 17.00	762	561590	4495043
pO13	- 13.00	- 17.00	764	561650	4494652
pA22	- 5.00	- 18.00	768	561254	4494260
pP22	- 8.00	- 14.00	772	561596	4494322
pO4	- 31.00	- 40.00	760	561680	4495108
pA6	- 8.00	- 20.00	767	561057	4494061
pA13	- 5.00	- 20.00	762	561044	4494682
pA1	- 11.00	- 18.00	773	561063	4495356
pP1	- 45.00	- 55.00	771	561728	4495273

sottosuolo sono:

Saggio	Metodo di analisi
Metalli	
As	EPA 3050B / EPA 6020A
Cd	EPA 3050B / EPA 6020A
Al	EPA 3050B / EPA 6020A
Cr (VI)	EPA 3060A/ EPA 6020
Cr (tot.)	EPA 3050B / EPA 6020A
Cu	EPA 3050B / EPA 6020A
Fe	EPA 3050B / EPA 6020A
Hg	EPA 3050B / EPA 6020A
Mn	EPA 3050B / EPA 6020A
Pb	EPA 3050B / EPA 6020A
Sb	EPA 3050B / EPA 6020A
Se	EPA 3050B / EPA 6020A
Tl	EPA 3050B / EPA 6020A
V	EPA 3050B / EPA 6020A
Zn	EPA 3050B / EPA 6020A

Saggio	Metodo di analisi
Idrocarburi leggeri < C12	EPA 5030-8260
Idrocarburi pesanti > C12	EPA 3546 - EPA 8015D
Solventi clorurati e alogenati	EPA 5030-8260

Saggio	Metodo di analisi
Idrocarburi policiclici aromatici	EPA 3550-3640 A/ EPA 8310
pirene	
crisene	
benzo(b)fluorantene	
benzo(k)fluorantene	
benzo(a)antracene	
benzo(a)pirene	
dibenzo(a,h)antracene	
benzo(g,h,i)perilene	
indeno(1,2,3-cd)pirene	
dibenzo(a,e)pirene	
dibenzo(a,1)pirene	
Sommatoria da pirene a dibenzo(a,1)pirene	

Saggio	Metodo di analisi
Anioni	EPA 9056/94
Nitrati (mg/Kg)	
Solfati	
Fosfati	

Saggio	Metodo di analisi
PCB	EPA 8082A/00
Fenoli e Clorofenoli	EPA 8270D
Aromatici BTEX	EPA 8260B
Amianto	IRSA Q64 App. III vol3/96

6.3 ACQUE SOTTERRANEE

L'indagine sulle acque sotterranee ha lo scopo di valutare il grado di contaminazione di tale matrice mediante la ricerca dei parametri chimici e la misura dei parametri fisici previsti nel Piano della Caratterizzazione del sito.

6.3.1 Campionamento acque sotterranee

La caratterizzazione delle acque sotterranee è stata eseguita realizzando n.20 sondaggi attrezzati a piezometri. Su tali piezometri, dopo adeguato spurgo, sono state eseguite le seguenti misurazioni:

- Misura del livello statico della falda tramite freatometro;
- È stato verificato l'integrità e la corretta identificazione del pozzetto di campionamento;
- È Stata verificata la funzionalità e la pulizia di tutte le apparecchiature utilizzate durante il campionamento;
- Si è proceduto alla decontaminazione delle apparecchiature utilizzate.
- È stata preliminarmente valutata la presenza di sostanze non miscibili con l'acqua e le relative superfici di interfaccia.

Al fine di eseguire le indagini chimiche i campioni prelevati utilizzando materiale monouso, sono stati stoccati in contenitori adeguati (da 1 litro) per la determinazione di Anioni, Metalli, BTX e PCB. L'aliquota destinata alla ricerca delle sostanze volatili è stata stoccata, per il tempo necessario al trasporto in laboratorio, alla temperatura di 4 °C in vials a tenuta. Le vials sono state successivamente trasferite al laboratorio che ha provveduto all'esecuzione delle analisi mediante l'utilizzo di tecnica Purge and Trap accoppiata ad un GC-MS.

6.3.2 Descrizione siti di Indagine acque sotterranee

I siti di indagine delle acque sotterranee (*Piezometri*) sono stati descritti nella tabella 5.

Codici Piezometri	Data installazione piezometro	Data prelievo acqua e spurgo
pD6/2	07/05/2008	29/08/2008
pD6/1	07/05/2008	29/08/2008
pG9/2	07/05/2008	29/08/2008
pG9/1	07/05/2008	29/08/2008
pL11/2	08/05/2008	29/08/2008
pL11/1	08/05/2008	29/08/2008
pl4/2	08 - 12,27/05/2008	30/08/2008
pl4/1	08 - 12,27/05/2008	30/08/2008
pC16/2	23 - 26/05/2008	28/08/2008
pC16/1	23 - 26/05/2008	28/08/2008
pL16/2	26 - 27/05/2008	27/08/2008
pL16/1	26 - 27/05/2008	27/08/2008
pF13/2	27/05/2008	26/08/2008
pF13/1	27/05/2008	26/08/2008
pM,N(5,6)/2	27 - 30/05/2008	29/08/2008
pM,N(5,6)/1	27 - 30/05/2008	29/08/2008
pO13/2	30/06 - 03/06/2008	30/08/2008
pO13/1	30/06 - 03/06/2008	30/08/2008
pA22/2	04/06/2008	30/08/2008
pA22/1	04/06/2008	30/08/2008
pP22/2	05/06/2008	30/08/2008
pP22/1	05/06/2008	30/08/2008
pO4/2	05 - 06, 16-17/06/2008	28/08/2008
pO4/1	05 - 06, 16-17/06/2008	28/08/2008
pA6/2	09/06/2008	29/08/2008
pA6/1	09/06/2008	29/08/2008
pA13/2	09 - 10/06/2008	27/08/2008
pA13/1	09 - 10/06/2008	27/08/2008
pA1/2	10/06/2008	30/08/2008
pA1/1	10/06/2008	30/08/2008
pP1/2	11 - 12/06/2008	28/08/2008
pP1/1	11 - 12/06/2008	28/08/2008
pM9/2	13, 19/06/2008	30/08/2008
pM9/1	13, 19/06/2008	30/08/2008
pL7/2	17-18/06/2008	30/08/2008
pL7/1	17-18/06/2008	30/08/2008
pO7/2	18 - 19/06/2008	28/08/2008
pO7/1	18 - 19/06/2008	28/08/2008
p(B,C)4/2	20/06/2008	26/08/2008
p(B,C)4/1	20/06/2008	28/08/2008

Tabella 5. - siti di indagine delle acque sotterranee (*Piezometri*)

Le indagini previste dal piano di caratterizzazione per le acque sotterranee sono:

Saggio	Metodo di analisi
Metalli	
As	EPA 6020A
Cd	EPA 6020A
Al	EPA 6020A
Cr (VI)	EPA 6020
Cr (tot.)	EPA 6020A
Cu	EPA 6020A
Fe	EPA 6020A
Hg	EPA 6020A
Mn	EPA 6020A
Pb	EPA 6020A
Sb	EPA 6020A
Se	EPA 6020A
Tl	EPA 6020A
V	EPA 6020A
Zn	EPA 6020A

Saggio	Metodo di analisi
Idrocarburi totali	UNI ISO 9377-2
Solventi clorurati e alogenati	EPA 524.2

Saggio	Metodo di analisi
Anioni	EPA 9056/94
Nitrati (mg/Kg)	
Solfati	
Fosfati	

Saggio	Metodo di analisi
PCB	EPA 8082A/00
Fenoli e Clorofenoli	EPA 8270D
Aromatici BTEX	EPA 8260B

Sulle acque superficiali che fanno riferimento alle stazioni di campionamento sul torrente Tora sono previste anche le seguenti indagini:

6.4 ACQUE SUPERFICIALI

Come già accennato, la Zona Industriale di Tito Scalo è caratterizzata dalla presenza di alcuni fossi che hanno origine dai vicini rilievi e che confluiscono nel Torrente la Tora, tributario del Fiume Basento. Tale Torrente è stato sottoposto ad indagine per valutare le possibili interrelazioni tra le falde idriche e i recapiti idrici superficiali, come appunto il Torrente la Tora, che hanno una funzione di recapito. Le indagini previste su tale matrici vengono di seguito riportate:

Saggio	Metodo di analisi
pH, temperatura, Conducibilità, Ossigeno disciolto	
Metalli	
As	EPA 6020A
Cd	EPA 6020A
Al	EPA 6020A
Cr (VI)	EPA 6020
Cr (tot.)	EPA 6020A
Cu	EPA 6020A
Fe	EPA 6020A
Hg	EPA 6020A
Mn	EPA 6020A
Pb	EPA 6020A
Sb	EPA 6020A
Se	EPA 6020A
Tl	EPA 6020A
V	EPA 6020A
Zn	EPA 6020A

Saggio	Metodo di analisi
Idrocarburi totali	UNI ISO 9377-2
Solventi clorurati e alogenati	EPA 524.2

Saggio	Metodo di analisi
---------------	--------------------------

Anioni	EPA 9056/94
Nitrati (mg/Kg)	
Nitriti	
Bromuri	
Cloruri	
Solfati	
Fosforo Solubile	
Fosfati	

Saggio	Metodo di analisi
PCB	EPA 8082A/00
Fenoli e Clorofenoli	EPA 8270D
Aromatici BTEX	EPA 8260B

6.4.1 Campionamento acque superficiali

Il monitoraggio delle acque superficiali del Torrente la Tora è stato realizzato attraverso campagne di prelievi eseguite su stazioni di campionamento predeterminate e eseguendo analisi sia in campo che in laboratorio. Similmente a quanto realizzato per il campionamento delle acque di falda anche per questa tipologia di acque è stato utilizzato materiale monouso e contenitori adeguati per la ricerca dei diversi analiti. Il monitoraggio delle acque superficiali è stato condotto su 10 stazioni di studio e per quattro campionamenti come riportato nella seguente tabella 6:

Codice esterno	Descrizione sito	X_ED50	Y_ED50
LS	LAGHETTO superficie	561686	4495187
LF	LAGHETTO fondo	561686	4495187
CA1	Torrente Frascheto a monte dell'area industriale perimetrata	560587	4495782
CA2	Canale artificiale che limita l'area settentrionale del sito	561740	4495287
CA3	Canale settentrionale artificiale del Torrente Frascheto prima della confluenza con il TorrenteTora	561788	4495143
CA4	A monte canale meridionale	559934	4495143
CA5	Canale artificiale lungo il margine meridionale dell'area vicino serbatoio ammoniacca	561427	4494709
CA6	Canale meridionale prima della confluenza nel Tora	561788	4495143
CA7	Torrente Tora, a monte della confluenza	561799	4495144
CA8	Torrente Tora, a valle della confluenza	561905	4495195

Tab. 6 – Siti di campionamento delle acque superficiali

Le acque superficiali sono state campionate nei seguenti periodi:

- **ottobre 2007**
- **dicembre 2007**
- **marzo 2008**
- **luglio 2008**

Si riportano di seguito alcune immagini che identificano i punti di campionamento delle acque superficiali

Fig. 9- LAGHETTO zona liquichimica Tito (LS e LF)



Figg. 10 e 11 CA1 - Torrente Frascheto a monte dell'area industriale perimetrata (*panoramica e particolare*)



Figg. 12 e 13 CA 2 - Canale artificiale che limita l'area settentrionale del sito (*panoramica e particolare*)



Fig. 14 Panoramica della confluenza CA7 – CA3 – CA6



Fig. 15 Confluenza CA6 (Canale meridionale prima della confluenza nel Tora) – CA3 (Canale settentrionale artificiale del Torrente Frascheto prima della confluenza con il Torrente Tora)

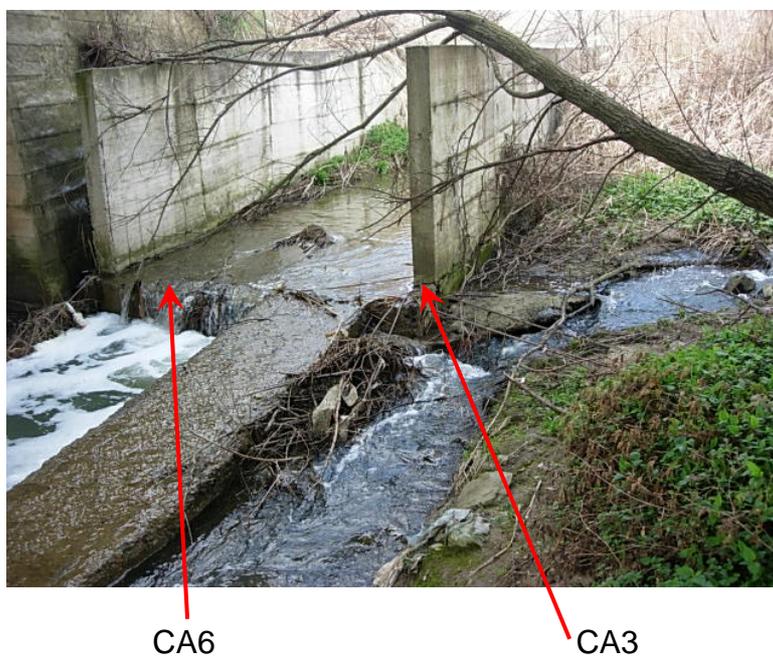


Fig. 16 Ca8 - Torrente Tora, a valle della confluenza (*panoramica e particolare*)



7. RISULTATI

7.1 Risultati Indagini Geologiche

7.1.1 Stratigrafie Sondaggi e Piezometri (All.2)

Lo studio geologico del sito, al fine della determinazione delle matrici ambientali così come previsto dal Piano della caratterizzazione, è stato condotto attraverso l'esecuzione dei sondaggi. Nell'interpretazione sedimentologica e stratigrafica dei sedimenti rinvenuti nei sondaggi si sono presentate non poche difficoltà, legate al grado di complessità e articolazione del tipo dei sistemi deposizionali presenti nella piana di Tito. Pertanto gli schemi proposti sono da considerare come il risultato dell'interpretazione della stratigrafia dei primi metri del sottosuolo dell'area. L'elaborazione di tali schemi è avvenuta considerando le osservazioni effettuate sul campo a cura di un professionista geologo e della documentazione bibliografica disponibile sull'area.

7.1.2 Carta Geolitologica

L'integrazione dei dati di superficie con quelli del sottosuolo ha permesso di definire ed individuare i probabili limiti fisici degli acquiferi più voluminosi e di definire le geometrie e gli spessori dei vari tipi di sedimenti.

Nella carta Geolitologica allegata (All.2) sono riportate tre tipologie di sedimenti definite in base alle caratteristiche granulometriche:

- Sabbie, sabbie grossolane, sabbie e ghiaie e sabbie limose dal colore variabile dall'ocraceo al marrone e al grigio, con clasti eterogenei a spigoli vivi e subarrotondati presenti in percentuale medio-alta, con diametro centimetrico e talora superiore al centimetro;
- Limi, limi sabbiosi dal colore variabile dal brunastro al grigio - craceo, con clasti eterogenei a spigoli vivi e subarrotondati presenti in percentuale medio-bassa, con diametro inferiore al centimetro;

- Limi sabbiosi e argillosi dal colore variabile dal bruno al grigio con intercalazione di livelletti sabbiosi ocracei e con scarsa presenza di clasti eterogenei a spigoli vivi e subarrotondati, di diametro millimetrico.

Sono altresì riportate due zone in cui è stato rinvenuto del materiale di riporto in corrispondenza dell'area di discarica fosfogessi e delle scorie siderurgiche.

Nella stesura della carta si è tenuto in considerazione il primo livello litologico utile rinvenuto nelle stratigrafie. Quindi, interpolando i dati analizzati, si è ottenuta una carta costituita da gruppi litologici a granulometria differente.

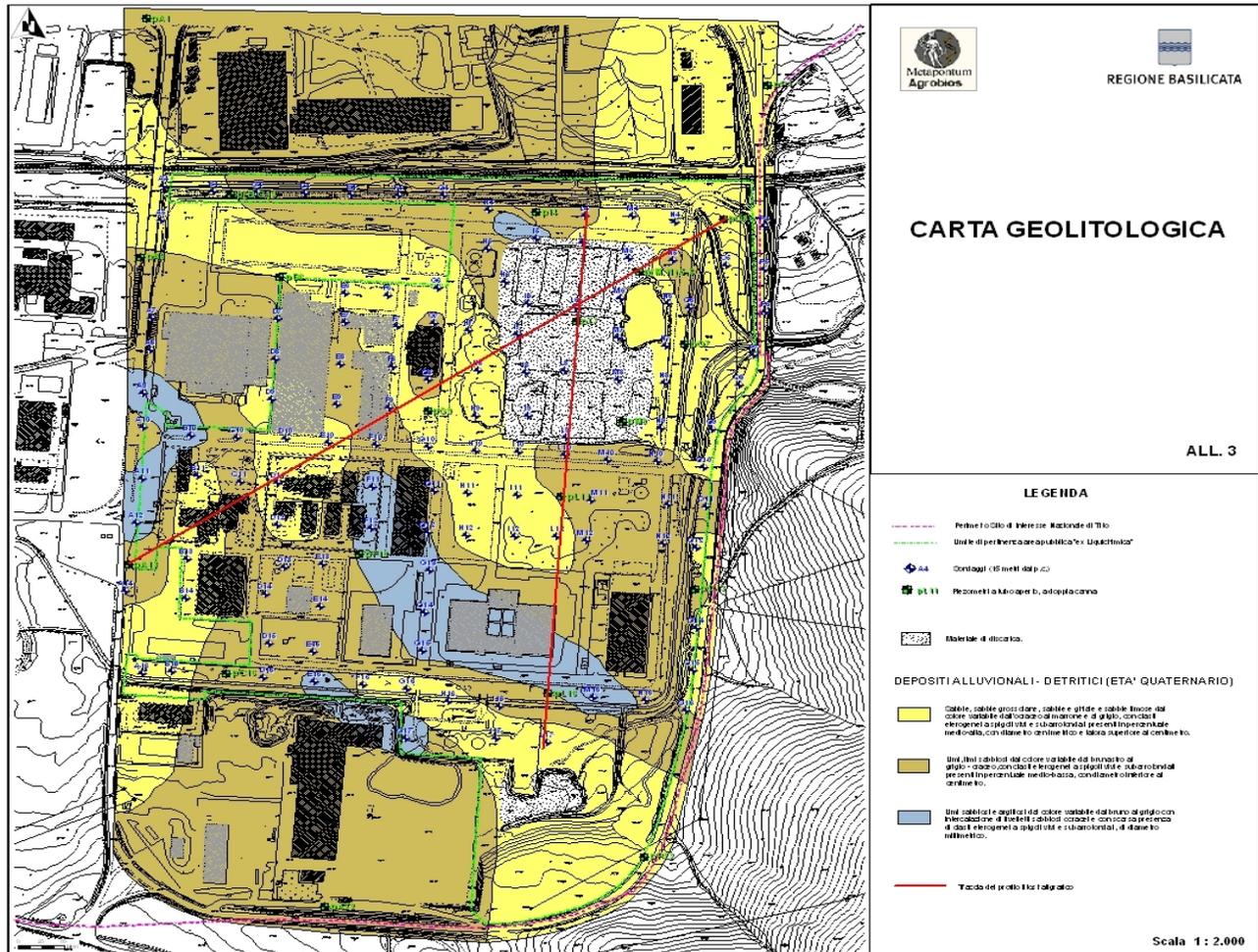


Fig.17 (All. 3) - Carta Geolitologica

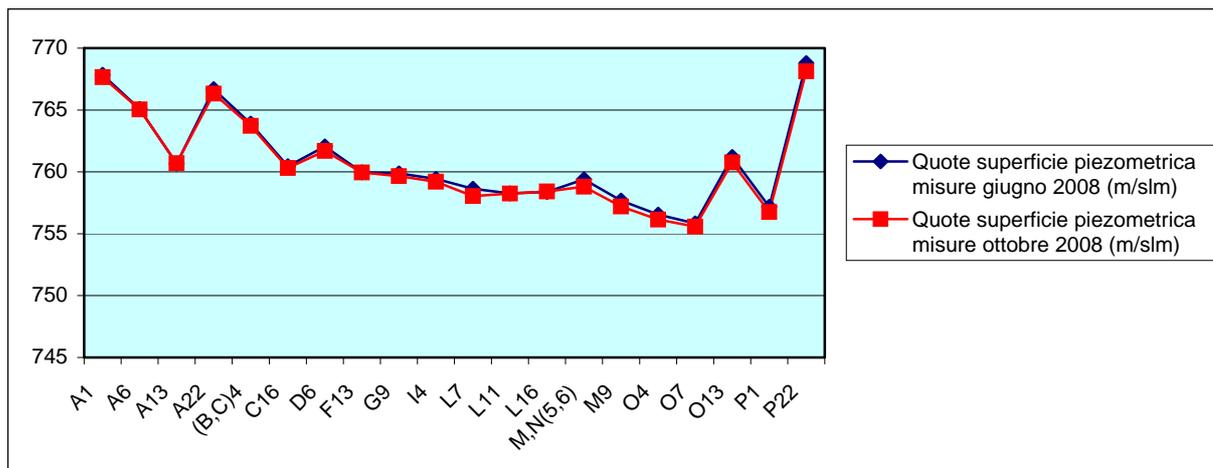
7.1.3 Carta delle Isofreatiche e delle differenze piezometriche (All. 4,a e b – All.5)

Al completamento dei piezometri sono state misurate le quote di rinvenimento della falda nella prima canna piezometrica nel periodo di giugno 2008; la stessa misurazione è stata effettuata nel periodo di ottobre 2008, mese ritenuto idoneo per verificare le eventuali variazioni delle quote piezometriche e stimare eventuali perdite di carico.

Di seguito si riporta una tabella (*tab.7*) in cui sono riportate le quote della superficie piezometrica nei mesi di giugno e ottobre ed il grafico rappresentativo dei trend della quota piezometrica (*graf. 1*).

Tab. 7 – Misure piezometriche nei periodi di giugno e ottobre 2008 (quote riferite al livello del mare).

Piezometri	Quote superficie piezometrica giugno 2008 (m/slm)	Quote superficie piezometrica ottobre 2008 (m/slm)
pA1	767,85	767,65
pA6	765,09	765,05
pA13	760,66	760,7
pA22	766,68	766,32
p(B,C)4	763,9	763,72
pC16	760,46	760,31
pD6	762,05	761,69
pF13	759,96	759,95
pG9	759,88	759,65
pI4	759,43	759,2
pL7	758,63	758,04
pL11	758,26	758,25
pL16	758,38	758,41
pM,N(5,6)	759,39	758,8
pM9	757,68	757,2
pO4	756,55	756,15
pO7	755,83	755,58
pO13	761,2	760,76
pP1	757,18	756,75
pP22	768,79	768,13



Graf. 1 – Trend delle quote piezometriche.

Si può notare dalla tabella 7 e dal grafico 1 che nel periodo autunnale si è avuto un generale abbassamento della superficie piezometrica, nell'ordine del metro, dovuto probabilmente alla ridotte precipitazioni a alla stagione estiva con valori termometrici elevati. E' da notare inoltre un abbassamento maggiore della quota piezometrica in corrispondenza dei due piezometri pM,N,(5,6) e pL7 ricadenti in prossimità del laghetto ubicato all'interno dell'area di discarica dei fosfogessi.

L'analisi dei dati ha consentito di elaborare la carta delle Isofreatiche (Fig. 18 e 19 - All.4 a,b) per entrambi i periodi e la carta delle differenze della superficie piezometrica (Fig. 20 - all.5).

Dall'analisi dell'andamento delle isopiezometriche e delle direzioni di flusso ottenute relativamente ai due periodi di misurazione consente di definire l'asse principale di moto della falda e i rapporti tra acquifero sottostante e corpi idrici superficiali. Infatti si evince un generale andamento radiale convergente, con un deflusso preferenziale localizzato nella zona assiale dell'area di studio, con trend S, SW – N,NE e che segue l'andamento delle quote del territorio. Invece ai margini si nota una maggiore variabilità della quota piezometrica che determina un infittimento delle isopieze. Inoltre il corso d'acqua principale presente nel territorio indagato, ossia il torrente la Tora, drena l'acquifero per tutta la lunghezza del tratto d'interesse; infatti le isopiezometriche sono disposte con concavità rivolta verso valle-flusso (il torrente affluisce verso il fiume

Basento) e le direzioni di flusso tendono principalmente verso il tracciato del corso d'acqua attuale ed vecchio coperto dall'area del Consorzio ASI. È da rilevare il richiamo delle acque sotterranee da parte di uno specchio d'acqua come il laghetto presente nell'area indicata come discarica.

Dalla carta delle differenze piezometriche si evince un generale trend in cui si hanno valori di abbassamento positivi nell'ordine del mezzo metro tranne in due aree in cui in una si hanno valori di leggero innalzamento e nell'altra, in vicinanza del laghetto, tra i piezometri pM,N(5,6), pL7 e pM9, si ha un abbassamento vicino al metro (all.4).

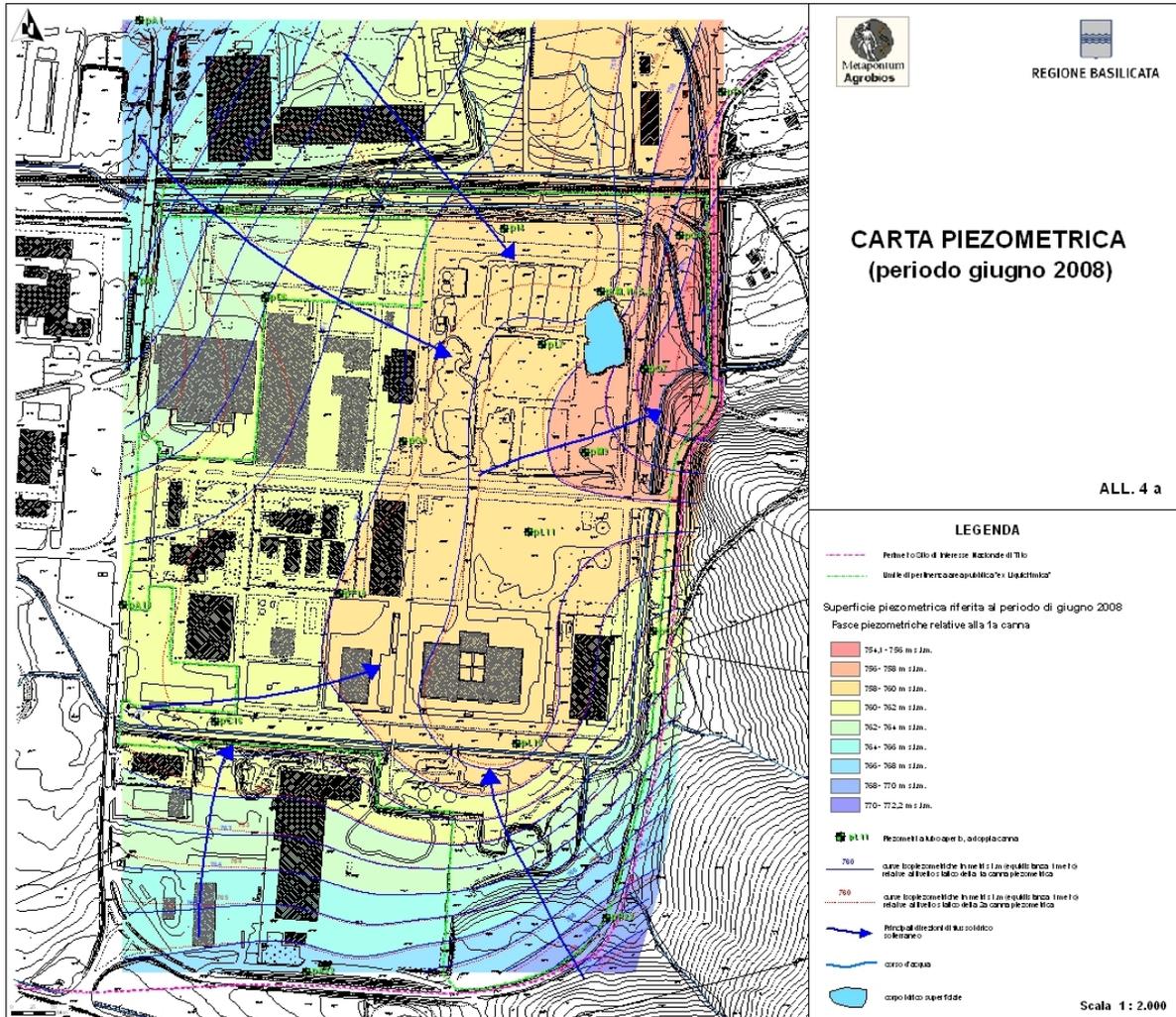


Fig. 18 – All. 4a – Carta Piezometrica periodo giugno 2008

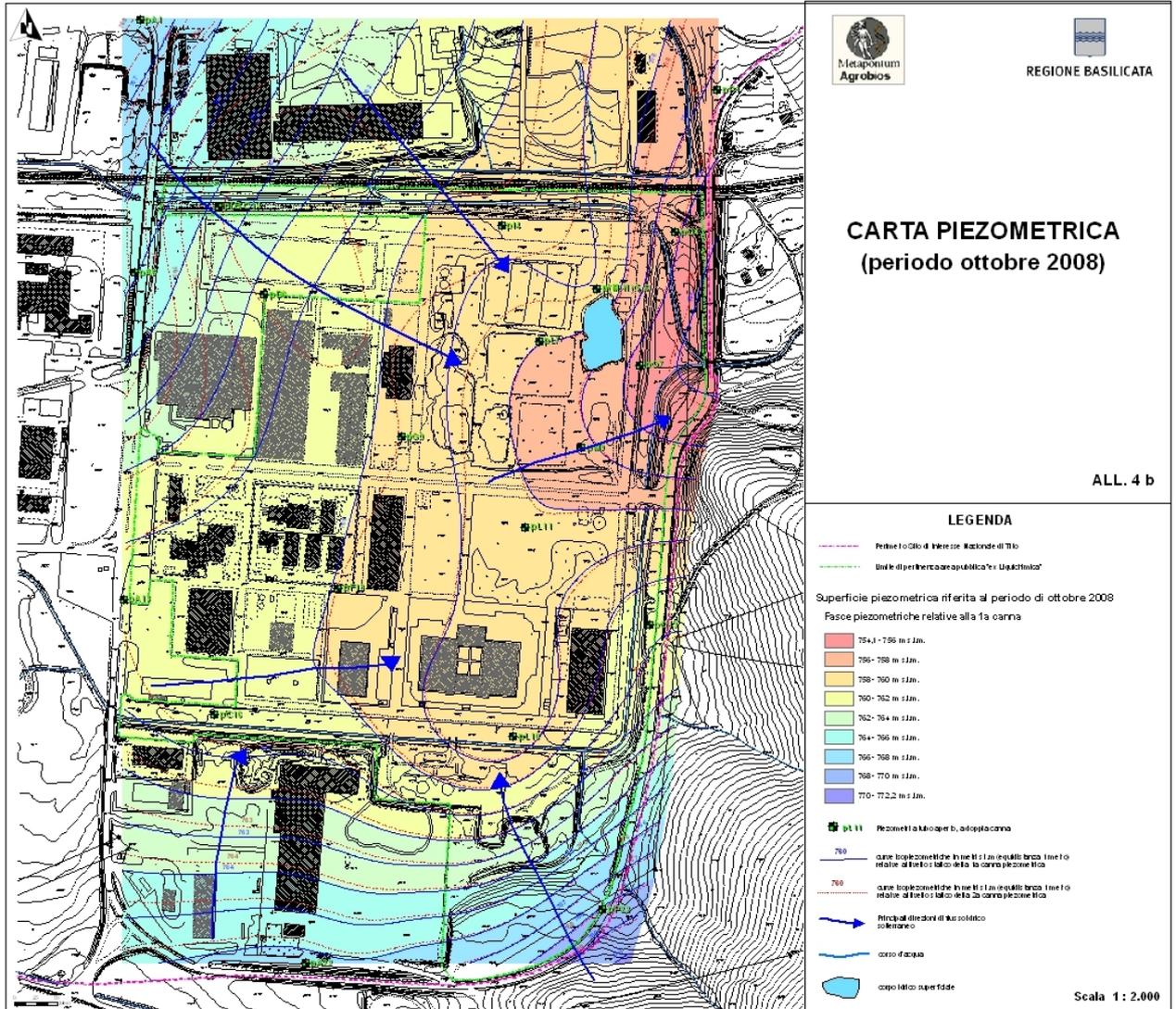


Fig. 19 – All. 4b – Carta Piezometrica periodo ottobre 2008

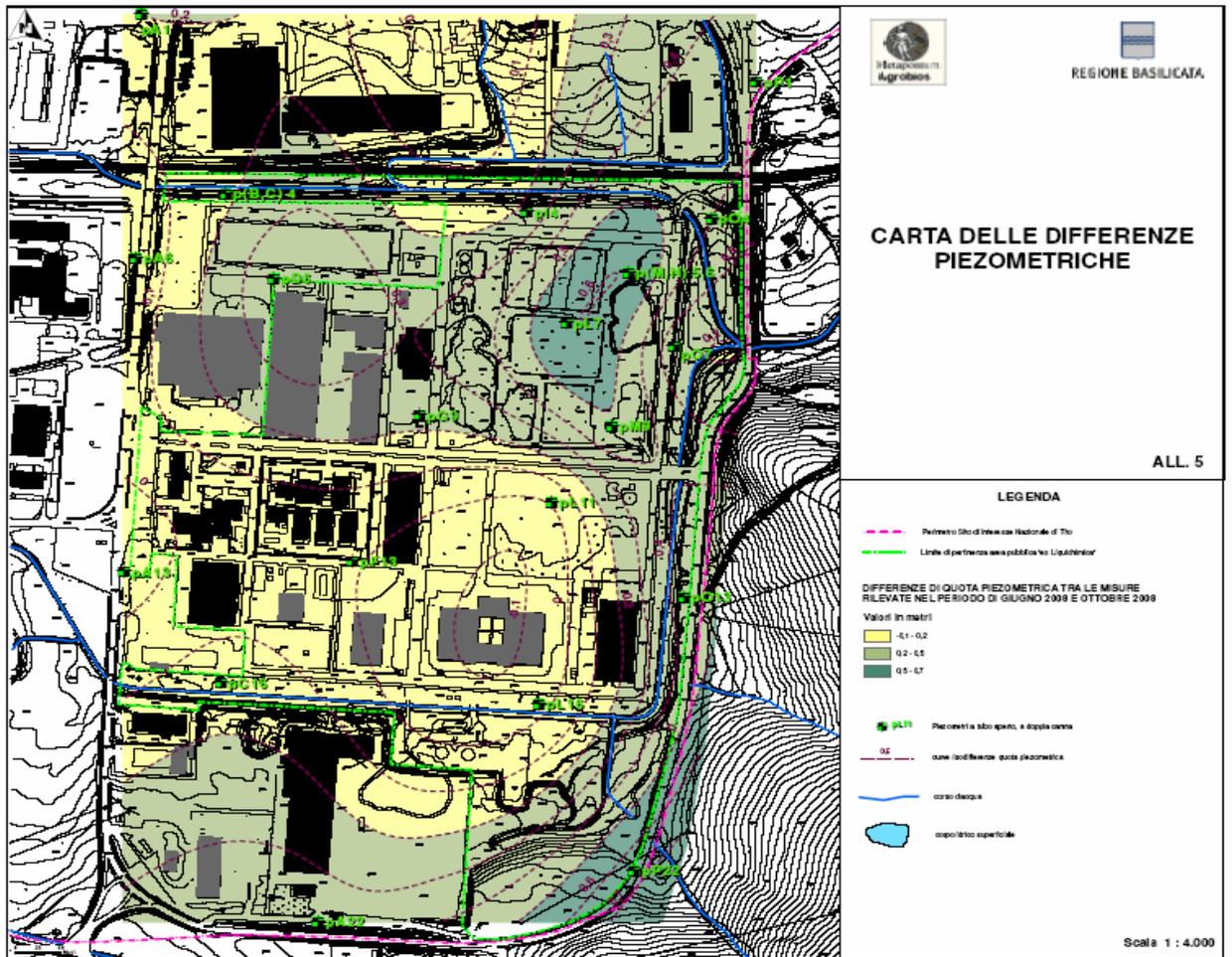


Fig. 20 - All.5. -Carta delle differenze della superficie piezometrica

7.1.4 Profili Litostratigrafici

Nell'interpretazione fatta, si assume che certi depositi di facies diverse siano "grosso modo" coevi e si ipotizzano eteropie possibili, tra sedimenti di piana alluvionale e di un paleolago. Infatti nell'ambiente alluvionale, si possono creare e sopprimere ambienti effimeri, quali per esempio i laghi; inoltre, la dinamica dei canali può provocare espansioni ed erosioni delle originarie superfici. Tutto ciò origina una forte irregolarità dei limiti di facies, con la formazione di lenti alternate e interdigitazioni dei sedimenti a diversa litologia.

Il tutto è controllato non solo da fattori esterni come le precipitazioni eccezionali che producono discontinuità e numerose superfici di erosione, ma anche fattori legati alla tettonica quaternaria che complica ulteriormente la situazione rallentando o accelerando la sedimentazione in modo incostante, creando così discordanze localizzate.

Sono stati effettuati due profili litostratigrafici riportati nell'All.6 avente orientazione differente uno in direzione SW-NE e l'altro NS denominati rispettivamente pA13 - pO4 e L4 - L17.

Dall'analisi dei profili litostratigrafici emerge la complessità geometrica dei depositi di riempimento della depressione e di conseguenza dell'area di studio, dovuta all'attività tettonica antica e alle notevoli migrazioni dell'alveo del Torrente Tora.

Di seguito vengono descritti i caratteri salienti dei due profili litostratigrafici allegati alla presente relazione (All.6).

Profilo pA13-pO4 (Direzione SW-NE)

L'orientazione di questo profilo è NW-SE, per una lunghezza totale di 760 metri. La profondità di interpretazione proposta deriva esclusivamente dalla profondità alla quale si sono spinti i sondaggi ed è pari a 15 metri, anche se la profondità massima raggiunta è di 40 metri nel piezometro pO4, in cui si rinviene il limo argilloso alla profondità di 28,5 metri.

Nella prima porzione del profilo si può notare la presenza di una grossa lente sabbioso-limoso in eteropia di facies con una sabbioso-ghiaiosa rinvenuta in

corrispondenza del sondaggio D11 alla profondità di circa 5.8 metri e con i depositi più fini rappresentati da i limi sabbiosi. Questi ultimi risultano in contatto eteropico con sedimenti limoso-argillosi limitati, nella parte basale, dai limi sabbiosi.

Una variazione di andamento è ben visibile nella parte finale del profilo, dove in corrispondenza del piezometro M,N(5,6) i limi argillosi tendono ad approfondirsi e ad essere limitati inferiormente da una grossa lente di sabbia che trova il suo massimo spessore in corrispondenza dei sondaggi N5 e pO4.

Profilo L4-L17 (Direzione N-S)

L'estensione complessiva del profilo è di 660 metri, con un'orientazione da N a S, attraversando l'intera area dell'ex - Liquichimica in modo perpendicolare.

Nella parte centrale del profilo, in corrispondenza dei sondaggi L9, L10, pL11 e L12 la geometria dei corpi è molto complessa.

I depositi sabbioso-ghiaiosi disposti in lenti, si rinvengono a maggiori profondità, (tra 11 e 15 metri circa), confinati al di sotto delle sabbie limose, quasi a rappresentare la naturale aggradazione di materiale più grossolano su un fondo di un antico alveo fluviale. Lungo questo allineamento sono evidenti le piccole lenti di limo argilloso che passano in eteropia di facies alle sabbie limose predominanti che nella parte iniziale del profilo inglobano un livello di spessore molto variabile di limo sabbioso.

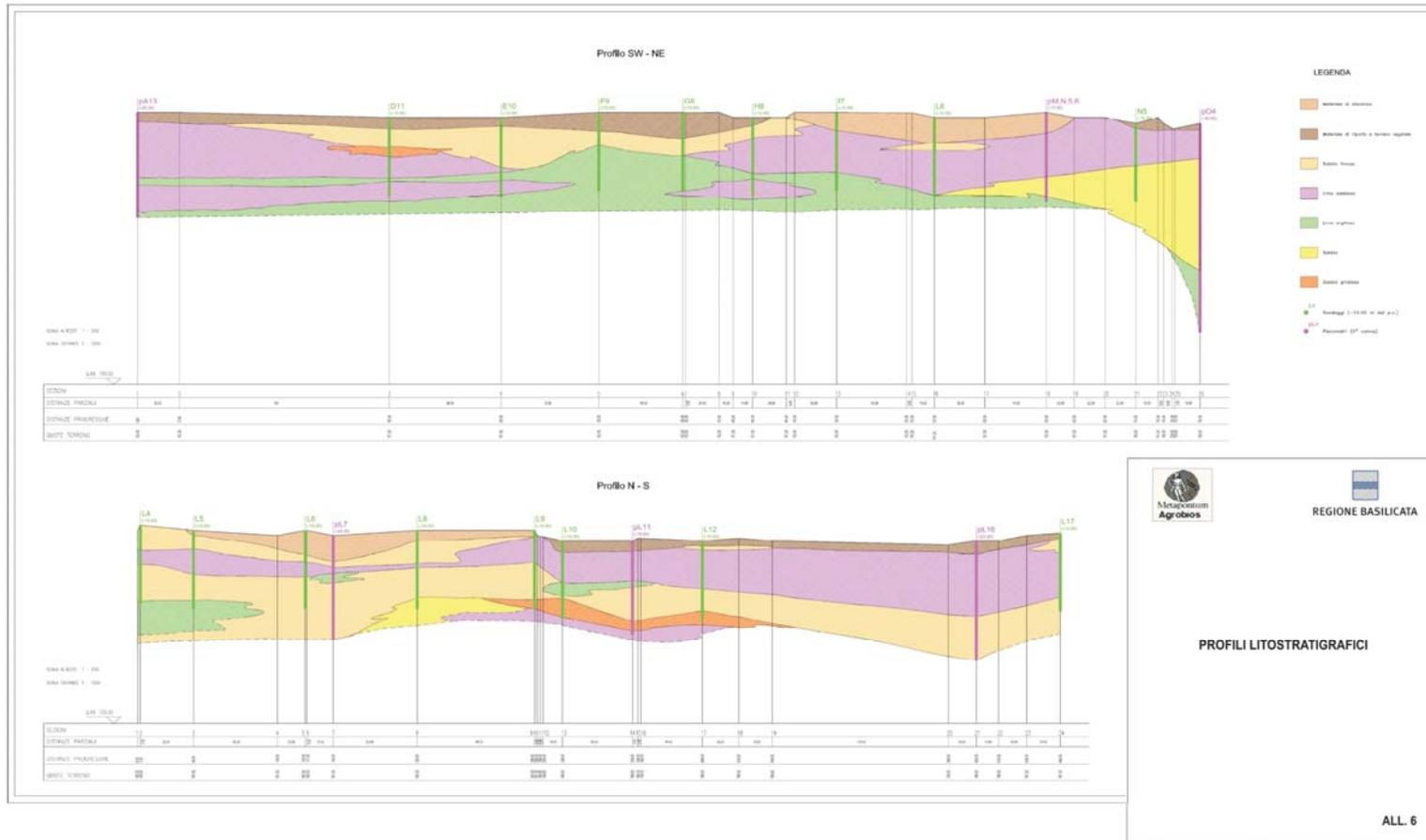


Fig. 21 - All.6. – Profili litostratigrafici

7.1.5 Carta Idrogeologica

In questo lavoro è stata elaborata una carta idrogeologica schematica (All. 7) dove riunisce assieme tutti i tematismi basilari alla definizione della stessa. Essa infatti è stata prodotta riunendo le informazioni provenienti dalla carta geolitologica, dalla carta delle piezometriche e i dati relativi all'ubicazione dei pozzi d'acqua e del reticolo drenante superficiale.

La redazione della carta allegata è stata effettuata prendendo in considerazione le conoscenze geologiche ed idrogeologiche dell'Italia meridionale, ossia considerando lo schema geologico dell'Appennino Meridionale in scala 1:250.000 fornito a Sorrento nel 1988 dalla S.G.I., la rappresentazione geologica fornita dal foglio 199 "Potenza" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 e la rappresentazione idrogeologica dell'Italia Meridionale fornita dall'APAT.

Dalle suddette considerazioni nell'area di studio è stato distinto un complesso idrogeologico relativo ai depositi alluvionali e detritici. La nozione di complesso idrogeologico è stata fornita da Civita (1973; 1975), definito come *"insieme di litotipi aventi un tipo di permeabilità prevalente, un grado di permeabilità relativa variabile in un campo ristretto ed una comprovata unità spaziale e giaciturale"*. Tale concetto si presta bene all'identificazione dei depositi affioranti nell'area di studio basata sulla valutazione qualitativa dell'omogeneità delle proprietà idrogeologiche.

Nell'identificazione del complesso idrogeologico alluvionale-detritico è stato messo in risalto, nella redazione della carta allegata, il dettaglio delle litologie prevalenti affioranti e rilevate da considerazioni stratigrafiche provenienti dai sondaggi eseguiti nel sito investigato.

Al complesso individuato sono state attribuite informazioni idrogeologiche caratterizzanti, riguardanti il tipo ed il grado di permeabilità relativa. Sulla base di queste informazioni, dedotte da considerazioni qualitative dei terreni affioranti e sub-affioranti e dedotte da considerazioni provenienti dalla letteratura, è stato possibile attribuire al complesso idrogeologico rilevato nell'area di studio un tipo di permeabilità per porosità ed un grado di permeabilità relativa tra il medio ed il scarso.

I depositi alluvionali e detritici affioranti, identificati come complesso alluvionale – detritico, hanno caratteri idrogeologici differenti ma sono accomunati da proprietà idrogeologiche simili ed analoghe tipologie di schemi di circolazione sotterranea. Questi terreni costituiscono acquiferi continui, ma eterogenei ed anisotropi, sempre permeabili per porosità a causa della natura prevalente clastica dei depositi.

La permeabilità dei depositi continentali è variabile ed è connessa all'assortimento granulometrico. In questo gruppo di depositi si distinguono i depositi di falda detritica, contraddistinti da un grado di permeabilità che può essere elevato, soprattutto da falde detritiche ciottolose e ghiaiose; si distinguono inoltre i depositi di ambiente alluvionale contraddistinti da un'energia del mezzo di trasporto idraulico variabile che comporta la deposizione di termini granulometricamente differenti, variabile dalla classe dei ciottoli a quelle delle argille, aventi caratteristiche di permeabilità variabile lateralmente e verticalmente.

Dal punto di vista idrodinamico, la circolazione idrica sotterranea, a scala locale, per la presenza di livelli meno permeabili intercalati ai terreni acquiferi, è spesso rappresentata da falde sovrapposte, da libere, a confinate, a semiconfinate che generano differenti carichi piezometrici. A scala generale lo schema di circolazione idrica sotterranea può essere semplificato a causa della scarsa continuità dei livelli meno permeabili e che non consente un'efficace separazione tra le falde sovrapposte; quindi il comportamento di queste falde idriche è assimilabile schematicamente ad un unico corpo idrico sotterraneo con caratteristiche di deflusso sotterraneo unitario.

L'apporto idrico nei depositi alluvionali e detritici appartenenti al complesso idrogeologico identificato nell'area in studio proviene oltre che dalle acque di infiltrazione efficace anche dalle strutture idrogeologiche limitrofe e giustapposte, con caratteristiche idrostrutturali diverse.

Inoltre esistono in questi depositi alluvionali rapporti tra le falde idriche e i recapiti idrici superficiali, come il Torrente la Tora, che hanno una funzione di recapito e la variabilità dei rapporti è in relazione alla variazione del livello idrico nel corso dell'anno idrologico.

7.2 Risultati Analisi Chimiche

7.2.1 Top-Soil

Analisi TOP-SOIL finalizzata alla ricerca di amianto

Col termine amianto o asbesto viene indicato un minerale naturale fibroso appartenente alla classe chimica dei silicati e alle serie mineralogiche del serpentino e degli anfiboli.

Per la normativa italiana sotto il nome di amianto sono compresi sei composti distinti: la crocidolite, l'amosite, l'antofillite, l'actinolite e la tremolite che appartengono al gruppo degli anfiboli ed il crisotilo che appartiene alla classe del serpentino.

Di seguito è stata riportata una tabella con le formule chimiche dei vari tipi di amianto:

Tabella 8: i silicati fibrosi definiti "amianto"

Nome	Formula
Crisotilo	$Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$
Actinolite	$Ca_2(MgFe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2$
Amosite	$(MgFe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$
Antofillite	$Mg_7(Si_8O_{22})(OH)_2$
Crocidolite	$Na_2Fe^{3+}(MgFe^{2+})_3(Si_8O_{22})(OH)_2$
Tremolite	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$

I più impiegati dal punto di vista commerciale sono stati la crocidolite, il crisotilo e l'antofillite, mentre la tremolite e l'actinolite erano meno importanti.

Le caratteristiche dell'amianto lo hanno reso un materiale estremamente versatile: è insolubile, inodore, resistente al calore e alle azioni meccaniche e chimiche; inoltre la sua natura fibrosa molto resistente conferisce la possibilità filare e tessere questo materiale.

Tutte queste caratteristiche lo hanno reso utilizzabile nei più svariati campi tecnologici: veniva usato come materiale fonoassorbente e fonoisolante, come coibente termico per pareti o pannelli, come materiale di riempimento nel cemento, gomme, vernici, guarnizioni ed infine come materiale nelle frizioni, freni e così via.

Queste vaste applicazioni hanno portato ad una crescita nell'utilizzo di questo materiale durata circa un secolo, con un boom a metà tra gli anni sessanta e settanta. Alla fine degli anni settanta si è avuta prova che la natura fibrosa dell'amianto, alla base delle sue proprietà tecnologiche, era anche causa di gravi patologie quali l'asbestosi, tumori del polmone e di altri organi e mesotelioma.

Non sempre però l'amianto è pericoloso, lo diventa nel momento in cui le sue fibre, potenzialmente inalabili ed estremamente piccole (un centimetro può contenerne 335000), hanno la possibilità di dissolversi nell'ambiente.

Nel 1986 venne varata la prima legge che limitava l'uso dell'amianto; nel 1992 con la legge n. 257 l'amianto venne completamente messo al bando. La legislazione varata successivamente si è posta come obiettivo la tutela dei lavoratori e dell'ambiente definendo anche le modalità di dismissione per i siti contenenti amianto ed i limiti accettabili in relazione alle varie destinazioni d'uso.

La presenza di amianto diffusa su tutto il territorio, infatti, può generare inquinamento dell'atmosfera a causa del deterioramento di tutti i materiali contenenti amianto (edifici civili, edifici industriali, attrezzature di vario genere), delle acque quando le sorgenti attraversano strati geologici con giacimenti di amianto o a causa di tubature in cemento-amianto, del suolo e del sottosuolo a causa degli agenti meteorologici che trasportano l'amianto proveniente dall'atmosfera e dalle acque oppure a causa di discariche abusive.

Tecnica analitica e risultati

Nella relazione viene riportata l'analisi mediante spettroscopia FT-IR per la determinazione di amianto in 140 campioni di terreno di TOP-SOIL prelevati all'interno del lotto industriale ex-Liquichimica di Tito.

L'analisi FT-IR è utilizzabile sia a scopi qualitativi che quantitativi. Ogni tipo di amianto ha uno spettro FT-IR diverso con bande di assorbimento caratteristiche; riportiamo di seguito lo spettro FT-IR registrato per ciascun tipo di amianto ricercato.

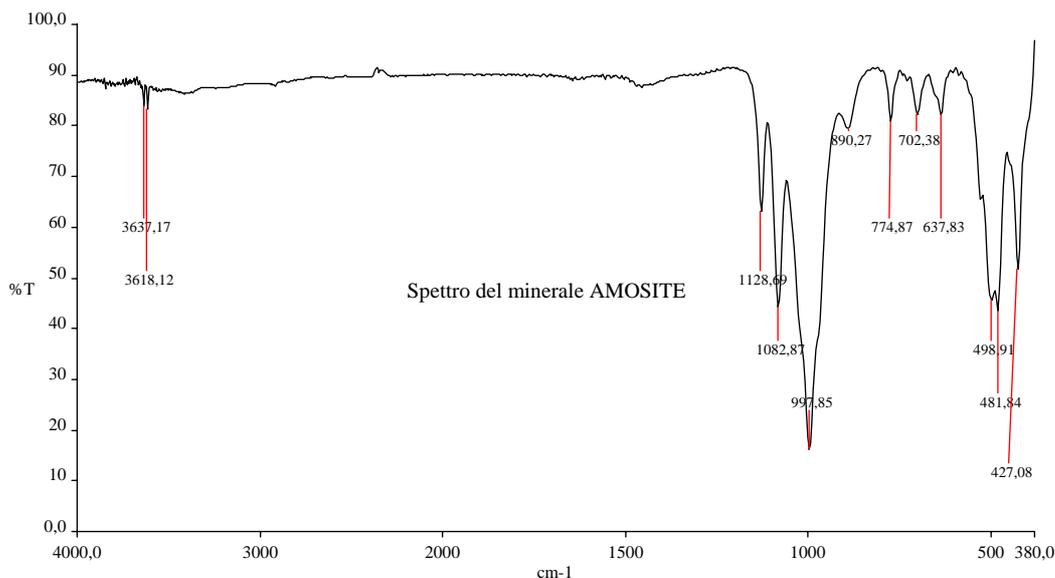


Figura 23. Spettro dell'amosite

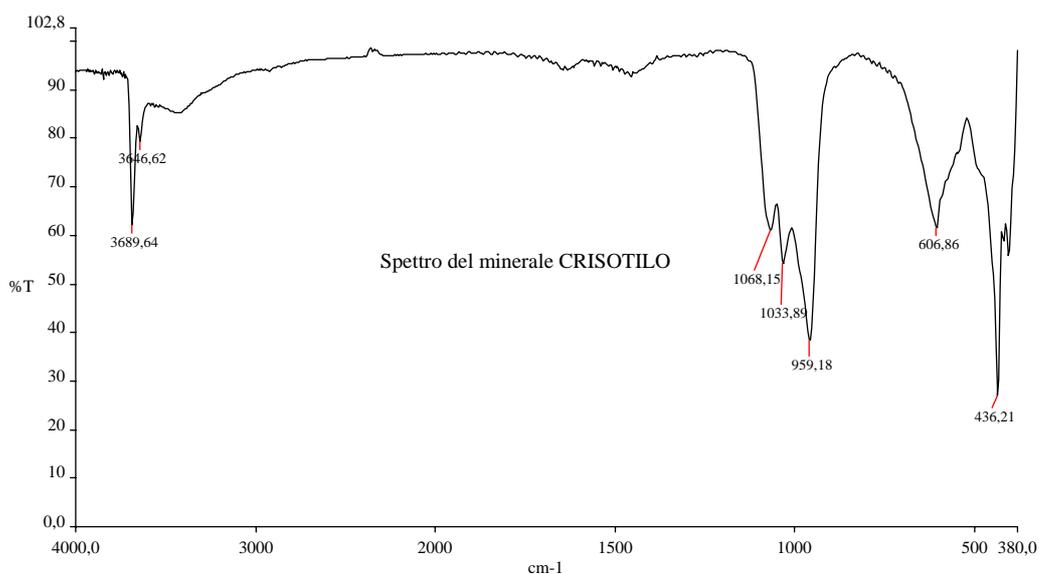


Figura 24. Spettro del crisotilo

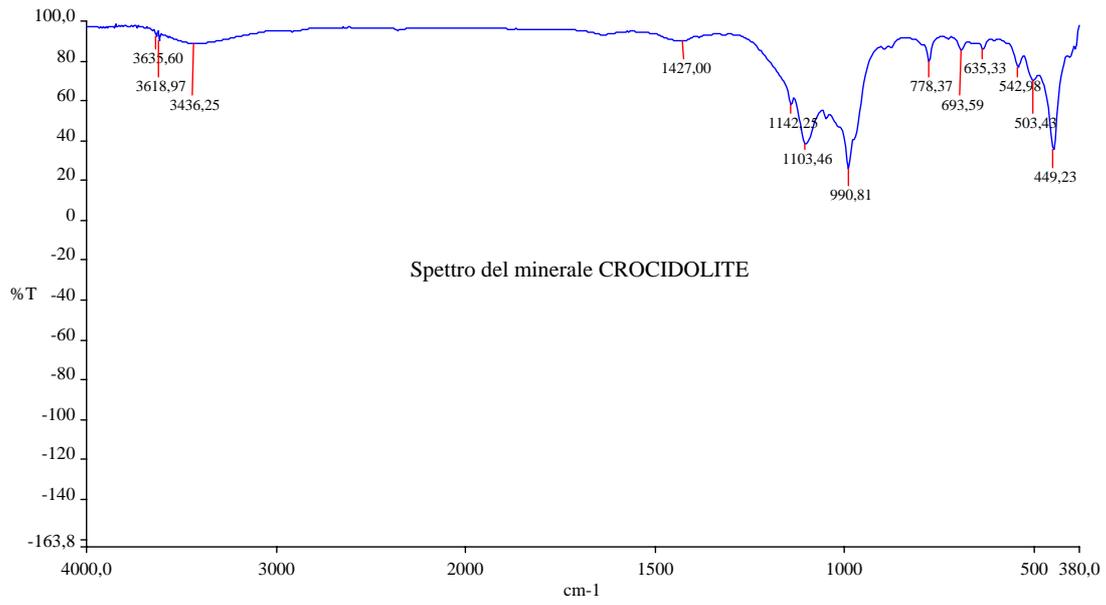


Figura 25. Spettro della crocidolite

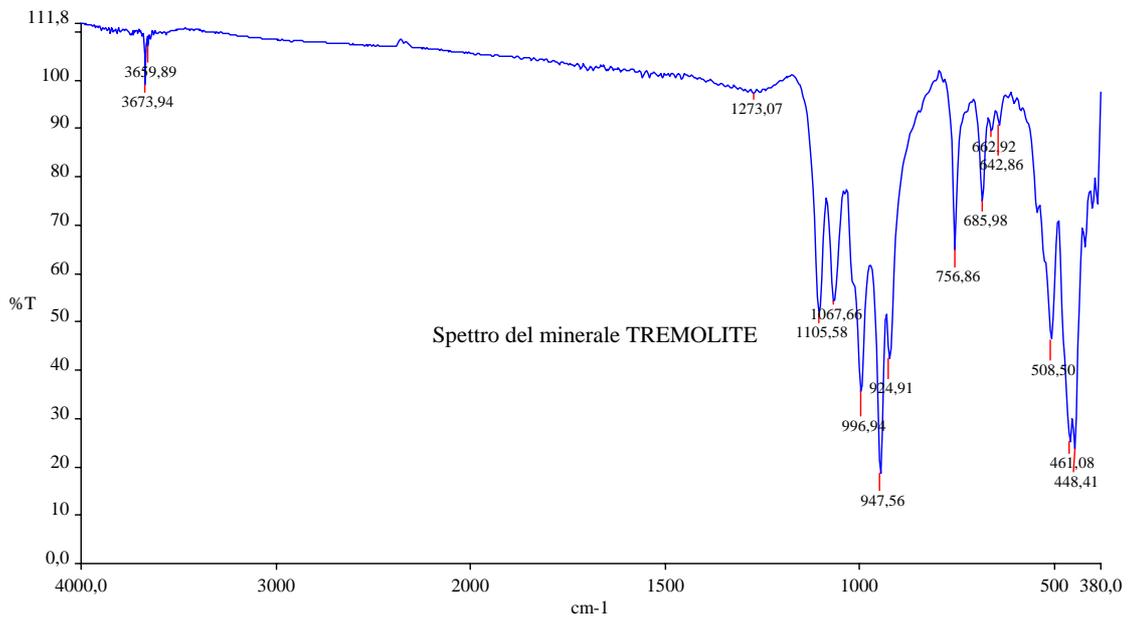


Figura 26. Spettro della tremolite

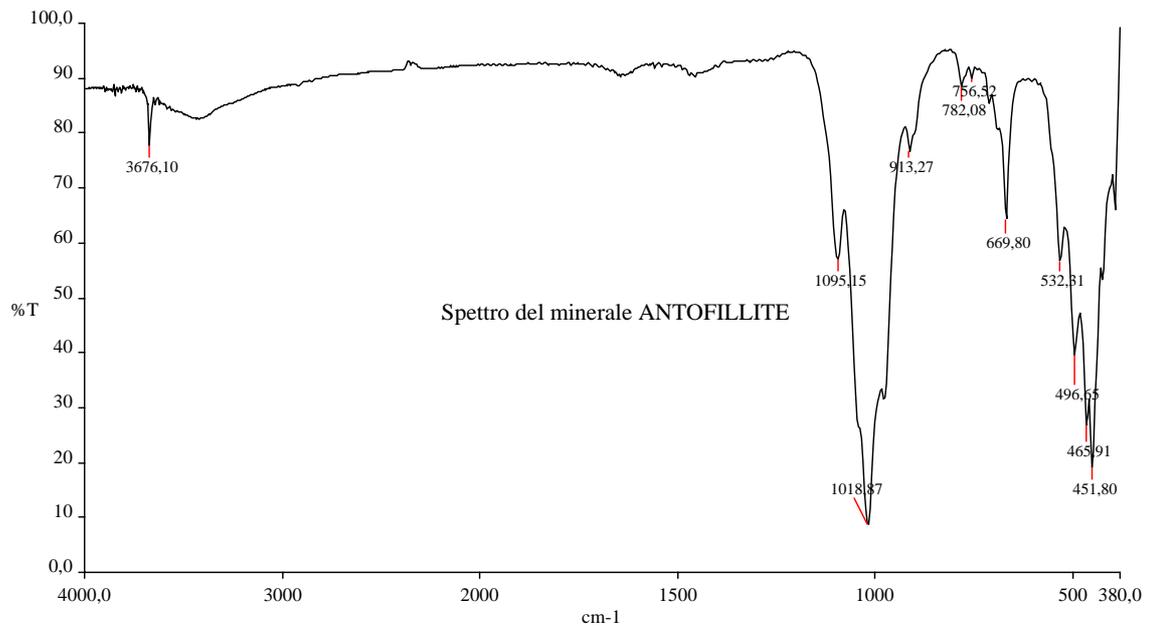


Figura 27. Spettro dell'antofillite

Spesso, però, vi possono essere effetti mascheranti dovuti alla matrice. La tecnica per minimizzare questo effetto è di tipo termico, infatti nel caso dei suoli i campioni vengono sottoposti a setacciatura su rete a maglia 2mm, quartati, polverizzati fino ad ottenerne una consistenza come il talco ed infine vengono sottoposti a trattamento termico per eliminare la eventuale sostanza organica presente.

I campioni di terreno così trattati vengono poi miscelati a KBr e con questa miscela viene preparato un disco da analizzare in FT-IR nel range di scansione che va da 3800 cm^{-1} a 380 cm^{-1} .

Gli spettri FT-IR dei campioni così analizzati, confrontati con quelli dei vari tipi di amianto, pur avendo in alcuni casi presenza di alcune bande nelle zone a lunghezza d'onda di interesse, hanno fornito come risultato assenza di minerali di tipo fibroso.

Un tipico spettro ottenuto dai campioni di terreno è il seguente in cui vi è la presenza di alcune bande poco intense non associabili a nessun tipo di minerale di amianto. Si rimanda alla relazione tecnica per un commento su singolo campione.

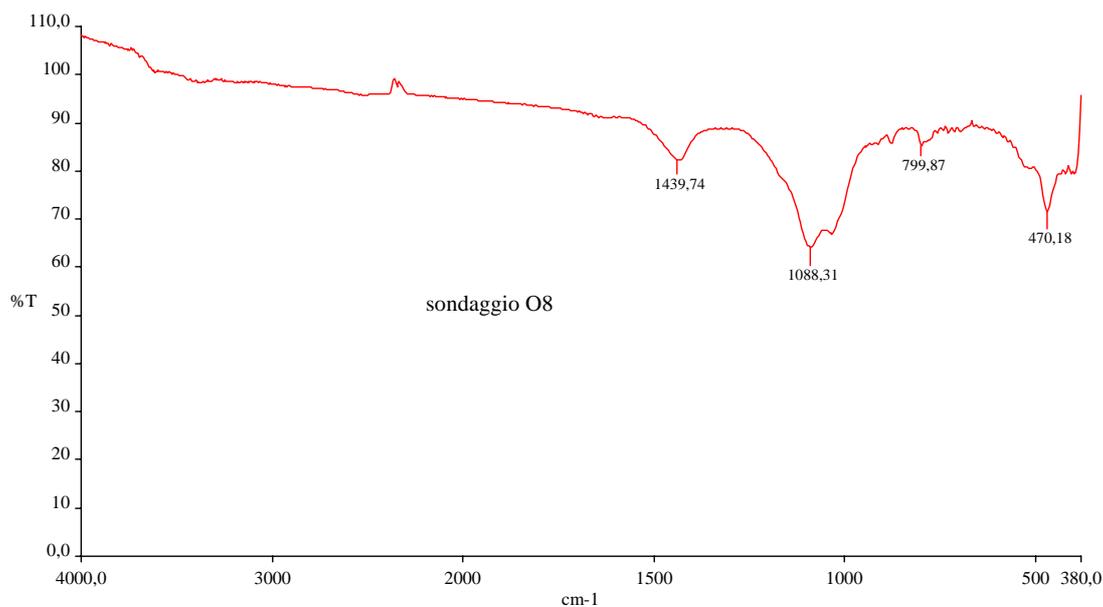


Figura 28. Esempio di spettro ottenuto da un campione di terreno (sondaggio O8)

In alcuni casi lo spettro ottenuto dal terreno mostrava molte più bande come nell'esempio riportato in figura 29. Uno spettro di questo tipo può far sospettare la presenza di minerale di tipo antofillite; andando poi a confrontare e a sovrapporre lo spettro del campione con lo spettro dello standard si può notare come le lunghezze d'onda, la forma e l'intensità delle bande sono abbastanza diverse (figura 30). Uno spettro di questo tipo probabilmente appartiene ad un minerale di tipo non fibroso diverso dall'antofillite.

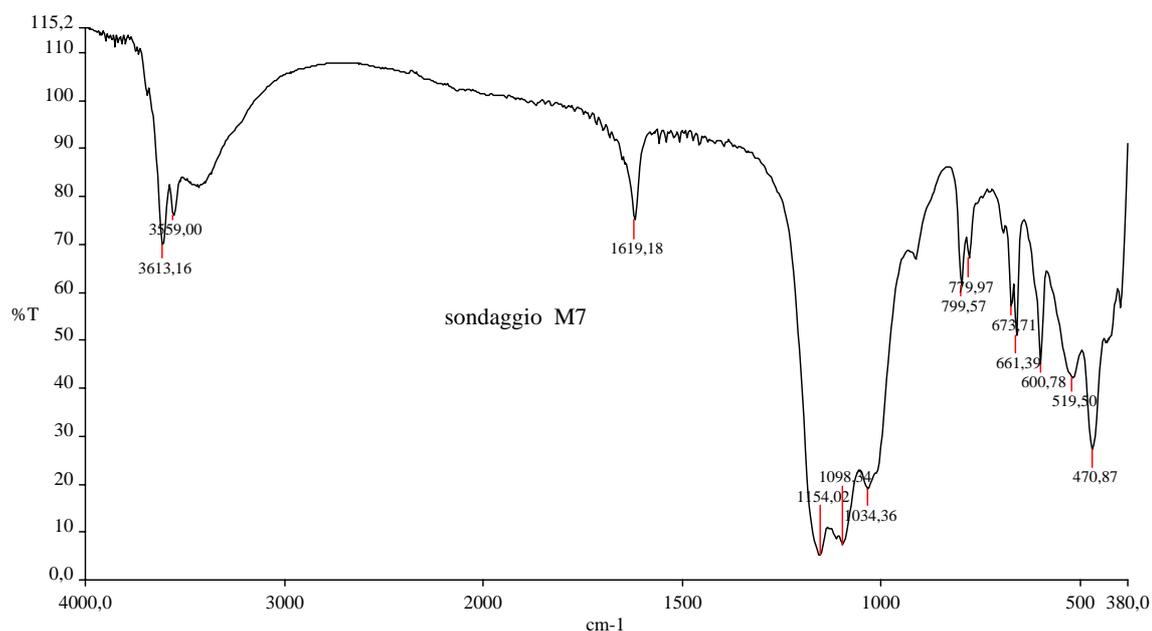


Figura 29. Esempio di spettro ottenuto da un campione di terreno (sondaggio M7)

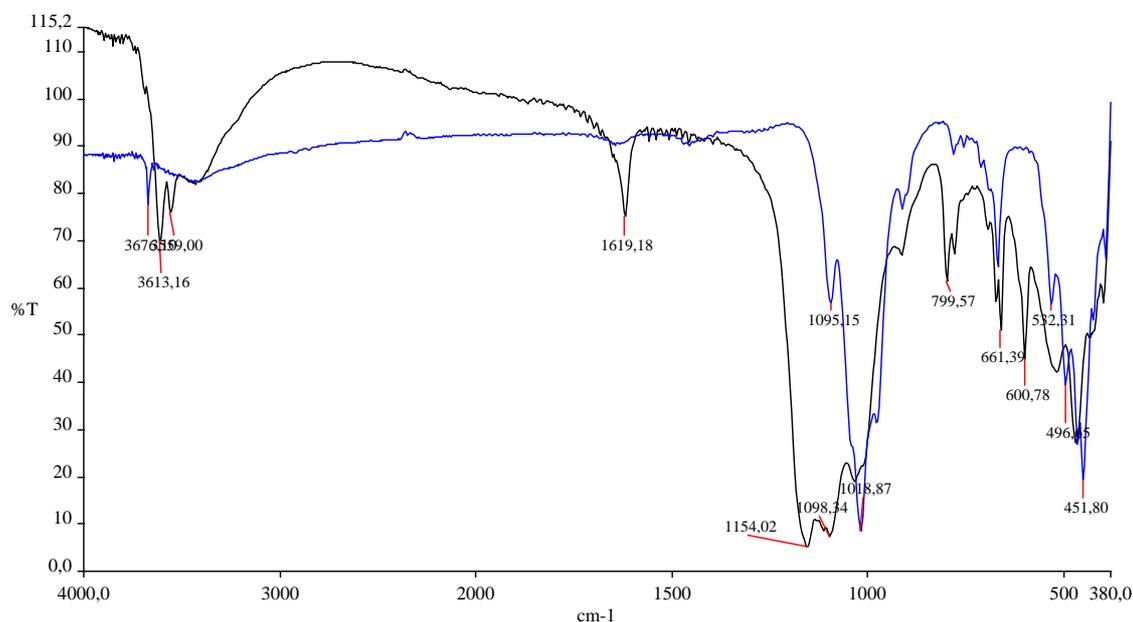


Figura 30. Spettro ottenuto da un campione di terreno (sondaggio M7 in nero) sovrapposto allo spettro ottenuto dallo standard antofillite (in blu)

Sulla base delle caratteristiche spettroscopiche sono stati selezionati n.30 campioni sottoposti per conferma ad analisi DRX e SEM che hanno fornito il medesimo risultato.

Conclusioni

In nessuno dei 140 campioni analizzati mediante tecnica FT-IR e, in aggiunta, alcuni anche mediante analisi DRX e SEM, è stata riscontrata presenza di minerali appartenenti ai sei composti che per la normativa italiana vanno sotto il nome di amianto o asbesto e che comprendono la crocidolite, l'amosite, l'antofillite, l'actinolite e la tremolite.

Le metodiche analitiche utilizzate sono quelle previste dalla normativa vigente.

7.2.2 Misure Radiometriche

La campagna di rilevazione del rischio radiologico eseguita nelle aree comprese nel sito della ex liquichimica:

- l'area della **ex discarica fosfogessi** (punto 11 allegato successivo) e il **laghetto** posto a Est della discarica (punto 12 dell'allegato successivo);
- l'area denominata **superfosfato** (costituita da un blocco in cemento armato e da un'area antistante pure pavimentata in cemento) (punto 16 dell'allegato successivo);
- l'**ex deposito fosforiti** (struttura in acciaio con copertura e pannelli laterali in lamiera zincata, attualmente adibita a deposito per la Croce Rossa Italiana (lato Sud) e per la protezione civile della Prefettura di Potenza (lato Nord) (punto 16 dell'allegato successivo).
- **Area superfosfato** (ricoperta di numerosi detriti di cemento-amianto)
- **Area ex deposito fosforiti** (Con criterio a giudizio, sono state effettuate numerose misure di contaminazione radioattiva all'esterno e nelle zone accessibili interne al capannone (zone non ingombrate dai materiali attualmente depositati e sia nella zona afferente alla Croce Rossa Italiana (lato Sud) che in quella afferente alla Prefettura di Potenza (lato Nord). In particolare sono stati monitorati il pavimento, gli spigoli tra pavimento e muri e alcune zone poco accessibili e non soggette a operazioni di pulizia)

Conclusioni

Tutte le misure effettuate non hanno evidenziato valori di radioattività discriminabili significativamente dal fondo naturale della zona.

7.2.3 Suolo e sottosuolo

Il sondaggio **F9** è ubicato in un'area con presenza di strutture abbandonate (strutture ex-Liquichimica).

Esso è stato spostato di circa 9 metri verso est poiché la sua originaria posizione ricadeva in un edificio.

E' stata riscontrata la presenza di **Policlorobifenili** in quantità pari a **20,90 mg/Kg**.

Nel suolo prelevato dalla carota del sondaggio **I5** alla profondità di 1-3 metri sono stati riscontrati **1463,2 mg/Kg idrocarburi > C12**.

Nel suolo prelevato dalla carota del sondaggio **pD6/1** attrezzato a piezometro ed in particolare nella 1° canna alla profondità di 0-1 metro sono stati rilevati **1279,2 mg/Kg idrocarburi > C12**.

D.Lgs. 152/06 limite siti ad uso industriale (mg/kg)								
Cod lab	Sondaggio	UTM WGS84 Est	UTM WGS84 Nord	Data prelievo	PROF PRELIEVO SUOLO metri			
1274	F9	561323	4494875	23/04/08	5.0-7.0	PCB N° 28 2,4,4'- Trichlorobiphenyl	0,56	
1357	I5	561480	4495084	11/10/07	1.0-3.0	PCB N° 52 2,2',5,5'- Tetrachlorobiphenyl [mg/kg]	0,40	
1716	pD6/1	561202	4495037	07/05/08	0-1	PCB N° 77 3,3',4,4'- Tetrachlorobiphenyl [mg/kg]	<0.0005	
						PCB N° 81 3,4,4',5'- Tetrachlorobiphenyl [mg/kg]	<0.0005	
						PCB N° 101 2,2',4,5,5'- Pentachlorobiphenyl [mg/kg]	2,30	
						PCB N° 105 2,3,3',4,4'- Pentachlorobiphenyl [mg/kg]	<0.0005	
						PCB N°114 2,3',4,4',5'- Pentachlorobiphenyl [mg/kg]	0,70	
						PCB N° 118 2,3',4,4',5'- Pentachlorobiphenyl [mg/kg]	<0.0005	
						PCB N° 123 2',3',4',4',5'- Pentachlorobiphenyl [mg/kg]	<0.0005	
						PCB N° 126 3,3',4,4',5'- Pentachlorobiphenyl [mg/kg]	<0.0005	
						PCB N° 128 2,2',3,3',4,4'- Hexachlorobiphenyl [mg/kg]	0,76	
						PCB N° 136 2,2',3,4,4',5'- Hexachlorobiphenyl [mg/kg]	4,00	
						PCB N° 153 2,2',4,4',5,5'- Hexachlorobiphenyl [mg/kg]	4,60	
						PCB N° 166 2,3,3',4,4',5'- Hexachlorobiphenyl [mg/kg]	0,58	
						PCB N° 167 2,3,3',4,4',5'- Hexachlorobiphenyl [mg/kg]	<0.0005	
						PCB N° 169 3,3',4,4',5,5'- Hexachlorobiphenyl [mg/kg]	<0.0005	
						PCB N° 180 2',3',4',4',5,5'- Heptachlorobiphenil [mg/kg]	4,10	
						PCB N° 170 2,2',3,3',4,4',5'- Heptachlorobiphenil [mg/kg]	2,80	
						PCB N° 189 2,3,3',4,4',5,5'- Heptachlorobiphenil [mg/kg]	0,10	
						Sommatoria PCB [mg/kg]	20,90	5
						Idrocarburi C>12 mg/kg	1463,2	750
							1279,2	

7.2.4 Acque Sotterranee

Le indagini condotte sulle acque di falda campionate dai piezometri permettono di dare una valutazione indicativa sullo stato di contaminazione della falda. L'esame dei risultati analitici confrontati con i valori di concentrazione soglia di contaminazione di cui alla Tabella 2 , Allegato 5 del D.Lgs 152/06 evidenziano che la concentrazione di **manganese (mg/l)**, è sempre superiore alla concentrazione soglia di **50 mg/l** di contaminazione nelle acque sotterranee, tranne nei piezometri pD6/1, pD6/2, pM,N(5,6)/2, pA1/1, pA1/2.

Il sondaggio **pD6** attrezzato a piezometro (1^a e 2^a canna) è situato in un'area caratterizzata dalla presenza di edifici in disuso (strutture ex-Liquichimica). Esso è stato spostato di circa 18 metri verso est per inaccessibilità sito (ubicato originariamente in un edificio). Nelle acque di falda prelevate nella 1^a canna (a 10,20 metri di profondità non è stata evidenziata presenza di contaminanti, invece nella 2^a canna, ed in particolare a 29,7 metri di profondità (**pD6/2**) è stata riscontrata la presenza di **tricloroetilene** pari a **1,90 ug/l** e di **idrocarburi totali** pari a **405,2 ug/l**.

Il piezometro **pG9** (1a e 2a canna) è situato in un'area caratterizzata dalla presenza di edifici in disuso (strutture ex-Liquichimica). Le acque di falda sono contaminate alla profondità di 13,3 metri in **pG9/1** (1a canna) da **tricloroetilene** pari a **39,55 ug/l** e da **idrocarburi totali** pari a **412,1 ug/l** e **manganese 3.115,9 ug/l**. Gli stessi contaminanti sono stati riscontrati anche a profondità maggiori (18,1 metri) e precisamente nella 2a canna (**pG9/2**) e in concentrazioni quali **tricloroetilene** pari a **5,19 ug/l**, **idrocarburi totali** pari a **396,2 ug/l** e **manganese 287,1 ug/l**.

Il piezometro **pL11** (1^a e 2^a canna) è ubicato in un area con vegetazione, vicino all'area delimitata su progetto come centro di pericolo (discarica di fosfogessi) e vicino alla ELESYSTEM. Le acque sotterranee prelevate mostrano la presenza di contaminanti a profondità di 8,9 metri (**pL11/1**) come il **tricloroetilene** a **3,70 ug/l** e il **manganese 3945,5 ug/l**. A profondità di 16,9 metri (**pL11/2**) sono

state rilevate sostanze quali **tricloroetilene 3,08 ug/l**, **cloroformio 0,21 ug/l** e **manganese 554,2 ug/l**.

Il piezometro **pI4** è ubicato su di un'area con vegetazione al lato di una strada asfaltata (vicino alla fabbrica di isolanti ISOMAX). Inoltre è ubicato nei pressi di un'area delimitata su progetto come centro di pericolo (discarica di fosfogessi). Nelle acque sotterranee prelevate a una profondità di 9 metri (**pI4/1**) è stata riscontrata la presenza di **tricloroetilene** alla concentrazione di **3,08 ug/l** e di **manganese 8419,2 ug/l**. Alla profondità di 30 metri (**pI4/2**) sono stati rinvenuti un numero maggiore di contaminanti e in particolare: **arsenico 11,17 ug/l**, **cloroformio 0,22 ug/l**, **tricloroetilene 2,00 ug/l**, **manganese 151,2 ug/l**.

Il piezometro **pC16** è situato nei pressi di un canale artificiale localizzato nella porzione meridionale dell'area oggetto di studio, inoltre è stato spostato di circa 12 metri verso nord-est per inaccessibilità sito (ubicato in origine sul canale). Le acque sotterranee prelevate a 12 metri (**pC16/1**) risultano essere contaminate da **idrocarburi totali** pari a **537,6 ug/l**, **manganese 1331,2 ug/l** e **ferro 282,0 ug/l**. A 22 metri di profondità (**pC16/2**) invece sono state riscontrate concentrazioni di **tricloroetilene 3,53 ug/l**, **manganese 596,2 ug/l** e **idrocarburi totali 440,1 ug/l**.

Il piezometro **pL16** è ubicato nei pressi di un canale artificiale situato nella parte meridionale dell'area oggetto di studio. Le indagini analitiche hanno evidenziato la presenza nelle acque sotterranee alla profondità di 16,80 metri (**pL16/1**) di sostanze quali **tricloroetilene 112,89 ug/l**, **manganese 972,0 ug/l**. Inoltre alla profondità di 22 metri (**pL16/1**) sono state rinvenute oltre al **tricloroetilene 117,04 ug/l**, **manganese 927,3 ug/l** anche **idrocarburi totali 475,4 ug/l**.

Il sondaggio **pF13** attrezzato a piezometro (1a e 2a canna) è ubicato nei pressi del C.N.R., su di una strada asfaltata, è stato spostato di circa 10 metri verso est a causa del passaggio dell'alimentazione elettrica. Le acque sotterranee prelevate a 7,60 metri di profondità (**pF13/1**) risultano particolarmente inquinate da sostanze quali **cloruro di vinile 4,66 ug/l**, **tricloroetilene**

1519,09 ug/l, 1,2-dicloroetilene 87,26 ug/l e manganese 3391,4. A profondità superiori ed in particolare a 15,40 metri (**pF13/2**) sono state rinvenute sostanze come il **cloruro di vinile 4,24 ug/l, tricloroetilene 4.011,34 ug/l, 1,2-dicloroetilene 156,27 ug/l, 1,1,2-tricloroetano 0,37 ug/l e manganese 2358,9 ug/l.**

Il sondaggio **pM,N(5,6)** attrezzato a piezometro (1^a e 2^a canna) è ubicato in un'area delimitata su progetto come centro di pericolo (discarica di fosfogessi); è stato spostato di circa 12 metri verso nord-ovest per inaccessibilità sito (ubicato in origine sulla sponda di un laghetto presente). A una profondità di 7,7 metri (**pM,N(5,6)/1**) nelle acque sotterranee sono stati riscontrati valori di concentrazione di **tricloroetilene 2,24 ug/l, cloroformio 0,17 ug/l, manganese 676,8 ug/l e idrocarburi totali 398,8 ug/l.** Nella seconda canna a una profondità di 14,8 metri (**pM,N(5,6)/2**) è stata rinvenuta solo la presenza di **tricloroetilene 2,00 ug/l.**

Il piezometro **pO13** (1a e 2a canna) è ubicato al lato di una strada che costeggia l'area del Consorzio Industriale di Tito (strada che conduce al raccordo autostradale Potenza - Sicignano).

La caratterizzazione chimica delle acque sotterranee ha evidenziato la presenza di sostanze, già a 12,60 metri (**pO13/1**), di **cloroformio 0,44 ug/l, di idrocarburi totali 517,7 ug/l e di manganese 98,5 ug/l.** Nella seconda canna sono state rinvenute sostanze contaminanti come il (**pO13/2**), **tricloroetilene 4,01 ug/l, 1,1,2-tricloroetano 1,02 ug/l, manganese 212,1 ug/l e idrocarburi totali 399,7 ug/l.**

Il piezometro **pA22** è ubicato su di un'area antistante l'entrata della Fornace Lucana; è stato spostato di circa 233 metri verso est. Le acque di falda campionate a 8,5 metri di profondità (**pA22/1**) hanno evidenziato un inquinamento da **cloroformio 0,33 ug/l, da tricloroetilene 1,56 ug/l e da manganese 402,2 ug/l.** Alla profondità di 17 metri (**pA22/2**) è stata rilevata solo la presenza di **manganese 726,6 ug/l.**

Il piezometro **pP22** è ubicato al lato di una strada che costeggia l'area del Consorzio Industriale di Tito (strada che conduce al raccordo autostradale Potenza - Sicignano). I campioni di acque sotterranee prelevate alla profondità di 8,5 metri (**pP22/1**)_contengono inquinamento da **cloroformio 0,32 ug/l**, da **tricloroetilene 1,95 ug/l e manganese 526,4 ug/l**. Alla profondità di 13,60 metri (**pP22/2**) è stata riscontrata la presenza di **tricloroetilene 1,52 ug/l e manganese 135,5 ug/l**.

Il piezometro **pO4** è ubicato su un terreno con abbondante vegetazione in vicinanza di un canale d'acqua artificiale; è stato spostato di circa 6 metri verso nord per il passaggio della condotta del metano - SNAM. Nelle acque di falda è stata riscontrata la presenza di **manganese** sia a 28 (**pO4 /1**) che a 36,70 metri (**pO4 /2**) rispettivamente di **133,8 ug/l** e di **259,6 ug/l**.

Il piezometro **pA6** ricade in un'area posta sotto sequestro dai carabinieri; è stato spostato di circa 24 metri verso nord-ovest per migliore accessibilità e posizionamento della trivella. Le acque di falda prelevate a 7,90 metri (**pA6/1**) evidenziano un inquinamento da sostanze quali **cloruro di vinile 11,59 ug/l**, **tricloroetilene 116,32 ug/l**, **1,2-dicloroetilene 71,19 ug/l**, **1,1,2-tricloroetano 0,93 ug/l**, **cloroformio 0,27 ug/l**, **manganese 2358,9 ug/l**. A 19 metri di profondità (**pA6/2**) è stata riscontrata quasi la stessa distribuzione di inquinanti ed in particolare **tricloroetilene 66,35 ug/l**, **1,1,2-tricloroetano 0,78 ug/l**, **cloroformio 0,31 ug/l**, **manganese 719,4 ug/l** e **idrocarburi totali 388,2 ug/l**.

Il piezometro **pA13** è ubicato su di un'area antistante l'entrata del Consorzio a Sviluppo Industriale (A.S.I) ed in vicinanza di un canale; è stato spostato di circa 15 metri verso sud-ovest per migliore accessibilità e posizionamento della trivella. Le sostanze riscontrate nei campioni di acqua sotterranea sono le stesse sia a 4,96 che a 19,80 metri di profondità ed in particolare nella prima canna (**pA13/1**) **tricloroetilene 17,12 ug/l** e **manganese 111,0 ug/l** e nella seconda canna (**pA13/2**) **tricloroetilene 1465,7 ug/l** e **manganese 15,35 ug/l**.

Il piezometro **pA1** ricade in un'area antistante l'EFAB (ente fiera Basilicata); è stato spostato di circa 68 metri verso nord-ovest dalla posizione originaria per migliore accessibilità e posizionamento della trivella (originariamente ubicato in proprietà privata - INPES e sul ciglio del rilevato stradale). Nelle acque sotterranee è stata riscontrata la presenza di **cloroformio 0,15 ug/l** e **tricloroetilene 1,90 ug/l** alla profondità di 9,30 metri (**pA1/1**) e a 16,90 metri (**pA1/2**) **tricloroetilene 2,10 ug/l** e **manganese 547,3 ug/l** .

Il piezometro **pP1** è ubicato in corrispondenza dell'uscita che conduce al raccordo autostradale Potenza–Sicignano; è stato spostato di circa 29 metri verso nord per migliore accessibilità e posizionamento della trivella (originariamente ubicato in proprietà privata). Le acque di falda prelevate a 43,30 metri (**pP1/1**) mostrano contaminazione da **tricloroetilene 11,15 ug/l** e **manganese 50,2 ug/l**, invece alla profondità di 52,80 (**pP1/2**) solamente da **tricloroetilene 7,45 ug/l**.

Il piezometro **pM9** è ubicato all'interno dell'area delimitata su progetto come centro di pericolo discarica di fosfogessi. Le acque sotterranee (**pM9/1**) sono risultate contaminate da **solforati 795,16 mg/l**, **ferro 2.796,4 mg/l**, di **manganese 36.157,1 ug/l**.

Nelle acque del piezometro (**pM9/2**) sono stati riscontrati valori di **solforati** pari a **1.362,83 mg/l** , di **ferro 713,0 ug/l** , di **manganese 15.202,3 ug/l** e di **cloroformio 0,29 ug/l**.

Il piezometro **pL7** è ubicato all'interno di un'area delimitata su progetto come centro di pericolo (discarica di fosfogessi); è stato spostato di circa 20 metri verso nord per migliore accessibilità e posizionamento della trivella. Le acque sotterranee prelevate a profondità di 12 metri (**pL7/1**) risultano contaminate da **manganese 765,1 ug/l** e **cloroformio 0,52 ug/l**, invece alla profondità di 16,9 metri (**pL7/2**) da **ferro 230,2 ug/l** e **manganese 382,7 ug/l**.

Il piezometro **pO7** è ubicato su di una via di accesso sterrata situata ad ovest di un canale artificiale (canale situato ad oriente all'area oggetto di studio); originariamente posizionato sul canale e per questa ragione è stato spostato di circa 30 metri verso est per migliore accessibilità e posizionamento della trivella. Le acque campionate alla profondità di 11,40 metri (**pO7/1**) sono risultate contaminate da **solforati 1.226,48 mg/l** , **ferro 3872,9 ug/l**, **manganese 8850,9 ug/l**, **tricloroetilene 3,72ug/l** e **idrocarburi totali 640,6 ug/l**; anche a 19,10 metri di profondità (**pO7/2**) sono rilevate le stesse sostanze: **solforati 976,54 mg/l**, **ferro 1307,6 ug/l**, **manganese 9077,5 ug/l**, **tricloroetilene 3,90 ug/l**.

Il piezometro **p(B,C)4** è ubicato su di una stradina sterrata che costeggia un canale artificiale; inoltre ricade vicino alla fabbrica di isolanti ISOMAX. Le acque di falda risultano contaminate da **manganese 319,9 ug/l**, **cloroformio 0,26 ug/l** e **tricloroetilene 3,27 ug/l** alla profondità di 21 metri (**p(B,C)4/1**); nelle acque della seconda canna del piezometro (**p(B,C)4/2**) è stata riscontrata solamente la presenza del **manganese** pari a **327,5 ug/l**.

D.Lgs 152/06 - Allegato 5-Tabella2 (concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee)				250 (mg/l)	10 ug/L	200 ug/L	50 ug/L	0,15 ug/L	0,5 ug/L	1,5 ug/L	60 ug/L	0,2 ug/L	350 ug/L
Codice laboratorio	Codice Piezometri	Data prelievo	profondità piezometri metri	Solfati (SO4) (mg/l)	Arsenico ug/L	Ferro ug/L	Manganese ug/L	cloroformio (triclorometano) ug/L	cloruro di vinile ug/L	tricloroetilene ug/L	1,2-Dicloroetilene (somma E+Z) ug/L	1,1,2-Tricloroetano ug/L	idrocarburi totali ug/L
1772	pD6/2	29/08/2008	29,7							1,90			405,2
1773	pD6/1	29/08/2008	10,20										
1774	pG9/2	29/08/2008	18,1				287,1			5,19			396,2
1775	pG9/1	29/08/2008	13,3				3115,9			39,55			412,1
1776	pL11/2	29/08/2008	16,9				554,2	0,21		3,08			
1777	pL11/1	29/08/2008	8,9				3945,5			3,70			
1778	pI4/2	30/08/2008	30		11,17		151,2	0,22		2,00			
1779	pI4/1	30/08/2008	9,0				8419,2			1,84			
1780	pC16/2	28/08/2008	19,70				596,2			3,53			440,1
1781	pC16/1	28/08/2008	12			282,0	1331,2						537,6
1782	pL16/2	27/08/2008	22				927,3			117,04			475,4
1783	pL16/1	27/08/2008	16,80				972,0			112,89			
1784	pF13/2	26/08/2008	15,40				2358,9		4,24	4011,34	156,27	0,37	
1785	pF13/1	26/08/2008	7,60				3391,4		4,66	1519,09	87,26		
1786	pM,N(5,6)/2	29/08/2008	14,8							2,00			
1787	pM,N(5,6)/1	29/08/2008	7,7				676,8	0,17		2,24			398,8
1788	pO13/2	30/08/2008	16,40				212,1			4,01		1,02	399,7
1789	pO13/1	30/08/2008	12,60				98,5	0,44					517,7
1790	pA22/2	30/08/2008	17,0				726,6						
1791	pA22/1	30/08/2008	5,0				402,2	0,33		1,56			
1792	pP22/2	30/08/2008	13,60				136,5			1,52			
1793	pP22/1	30/08/2008	8,5				526,4	0,32		1,95			
1794	pO4/2	28/08/2008	36,70				259,6						
1795	pO4/1	28/08/2008	28				133,8						
1796	pA6/2	29/08/2008	19				719,4	0,31		66,35		0,78	388,2
1797	pA6/1	29/08/2008	7,90				903,0	0,27	11,59	116,32	71,19	0,93	525,8
1798	pA13/2	27/08/2008	19,80				1465,7			15,35			
1799	pA13/1	27/08/2008	4,96				111,0			17,12			
1800	pA1/2	30/08/2008	16,90				547,3			2,10			
1801	pA1/1	30/08/2008	9,30					0,15		1,90			
1802	pP1/2	28/08/2008	52,80							7,45			
1803	pP1/1	28/08/2008	43,30				50,2			11,15			
1804	pM9/2	30/08/2008	20,10	1362,83		2796,4	36157,1	0,29					
1805	pM9/1	30/08/2008	13,70	795,16		713,0	15202,3						
1806	pL7/2	30/08/2008	16,9			230,2	382,7			4,28			
1807	pL7/1	30/08/2008	12,0				765,1	0,52					
1808	pO7/2	28/08/2008	19,10	976,54		1307,6	9077,5			3,90			
1809	pO7/1	28/08/2008	11,40	1226,48		3872,9	8850,9			3,72			640,6
1810	p(B,C)4/2	26/08/2008	38,30				327,5						
1811	p(B,C)4/1	28/08/2008	21				319,9	0,26		3,27			

7.2.5 Acque Superficiali

Per lo studio delle acque superficiali sono stati applicati i limiti dei valori soglia secondo il **D.Lgs 152/06, tabella 3 dell'Allegato 5 alla parte III** (Limiti di emissione degli scarichi idrici – tabella 3. Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura) e il **D.Lgs 152/06, tabella 1/A dell' Allegato1 alla parte III** (Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale).

Nelle acque superficiali del torrente Frascheto a monte dell'area industriale perimetrata **(CA1)** e nel canale artificiale che limita l'area settentrionale del sito **(CA2)** non sono state rinvenute sostanze inquinanti durante il periodo di monitoraggio.

Nel canale settentrionale artificiale del Torrente Frascheto prima della confluenza con il Torrente Tora **(CA3)** è stata determinata la presenza di **cloruro di vinile 0,51 ug/L e di pentacloro fenolo 2,0 [ug/l]** solo nel mese di dicembre 2007.

A monte canale meridionale **(CA4)** non sono stati riscontrati inquinanti durante tutto il periodo di indagine.

Nel canale artificiale lungo il margine meridionale dell'area vicino al serbatoio ammoniaca **(CA5)** è stata rilevata la presenza di concentrazioni di **zinco** superiore a 500 ug/l in tutto il periodo di indagine tranne nel mese di luglio 2008 e di **pentaclorofenolo 0,55 ug/l** nel mese di dicembre 2007.

Nelle acque superficiali del canale meridionale prima della confluenza nel Tora **(CA6)** sono state riscontrate la presenza di **zinco** in concentrazione superiore a 500 ug/l e di **cloruro di vinile** superiore a 0,5ug/l durante tutta la campagna di indagine e di **pentaclorofenolo** nel mese di dicembre 2007.

Le acque superficiali del torrente Tora, a monte della confluenza **(CA7)** e a valle della confluenza **(CA8)** mostrano la stessa distribuzione di contaminanti durante tutte le campagne di studio, ed in particolare **zinco** e **cloruro di vinile** rilevato in tutti i periodi ad eccezione del mese di ottobre 2007 e di **pentaclorofenolo** rilevato in entrambi i siti solo nel mese di dicembre 2007.

Nelle acque del laghetto prelevate sia in superficie **(LS)** che sul fondo **(LF)** sono state rilevate sostanze inquinanti come **fluoruri, solfati** durante tutte le campagne di indagine e

manganese nei mesi di ottobre 2007 e luglio 2008; il **pentaclorofenolo** è stato determinato solamente sul fondo nel mese di dicembre 2007.

D.Lgs 152/06 Tab.3-Allegato 5 alla parte III			2000ug/L	500ug/L		6 mg/l	1000mg/l		
D.Lgs 152/06 Tab.1/A-Allegato1 alla parte III					0,5ug/L			0,4ug/L	
Codice laboratorio	cod esterno	DESCRIZIONE	mese campionamento	Mn ug/L	Zn ug/L	cloruro di vinile ug/L	Fluoruri (F mg/l)	Solfati (SO4) (mg/l)	penta cloro fenolo [ug/l]
1641	CA1	Torrente Frascheto a monte dell'area industriale perimetrata	22/10/2007	1253,6	3,7	<0.50	<0.01	874,25	<0.01
1651	CA1	Torrente Frascheto a monte dell'area industriale perimetrata	12/12/2007	99,8	4,6	<0.50	<0.01	80,53	<0.01
1661	CA1	Torrente Frascheto a monte dell'area industriale perimetrata	17/03/2008	42,1	1,6	<0.50	<0.01	45,66	<0.01
1671	CA1	Torrente Frascheto a monte dell'area industriale perimetrata	28/07/2008	857,8	3,6	<0.50	2,31	133,89	0,02
1642	CA2	Canale artificiale che limita l'area settentrionale del sito	22/10/2007	15,5	21,7	<0.50	<0.01	25,13	<0.01
1652	CA2	Canale artificiale che limita l'area settentrionale del sito	12/12/2007	116,1	3,9	<0.50	<0.01	54,06	<0.01
1662	CA2	Canale artificiale che limita l'area settentrionale del sito	17/03/2008	70,9	1,8	<0.50	<0.01	41,26	<0.01
1672	CA2	Canale artificiale che limita l'area settentrionale del sito	28/07/2008	61,1	2,9	<0.50	2,31	28,16	0,02
1643	CA3	Canale settentrionale artificiale del Torrente Frascheto prima della confluenza con il TorrenteTora	22/10/2007	10,8	57,3	<0.50	<0.01	25,33	<0.01
1653	CA3	Canale settentrionale artificiale del Torrente Frascheto prima della confluenza con il TorrenteTora	12/12/2007	99,1	794,1	0,51	<0.01	53,97	2
1663	CA3	Canale settentrionale artificiale del Torrente Frascheto prima della confluenza con il TorrenteTora	17/03/2008	66,9	0,7	<0.50	<0.01	39,1	<0.01
1673	CA3	Canale settentrionale artificiale del Torrente Frascheto prima della confluenza con il TorrenteTora	28/07/2008	38,7	4,2	<0.50	1,25	20,23	<0.01
1644	CA4	A monte canale meridionale	22/10/2007	26,6	21,7	<0.50	<0.01	27,12	<0.01
1654	CA4	A monte canale meridionale	12/12/2007	25,4	14,0	<0.50	<0.01	35,07	<0.01
1664	CA4	A monte canale meridionale	17/03/2008	26,4	6,4	<0.50	<0.01	28,99	<0.01
1674	CA4	A monte canale meridionale	28/07/2008	62,6	14,5	<0.50	1,51	46,74	<0.01
1645	CA5	Canale artificiale lungo il margine meridionale dell'areavicino serbatoio ammoniacca	22/10/2007	72,8	674,1	<0.50	<0.01	24,08	<0.01
1655	CA5	Canale artificiale lungo il margine meridionale dell'areavicino serbatoio ammoniacca	12/12/2007	245,7	3900,0	<0.50	<0.01	34,78	0,55
1665	CA5	Canale artificiale lungo il margine meridionale dell'areavicino serbatoio ammoniacca	17/03/2008	176,6	3320,6	<0.50	<0.01	26,16	<0.01
1675	CA5	Canale artificiale lungo il margine meridionale dell'areavicino serbatoio ammoniacca	28/07/2008	122,2	465,6	<0.50	1,99	43,01	0,02
1646	CA6	Canale meridionale prima della confluenza nel Tora	22/10/2007	79,0	692,5	0,60	<0.01	28,44	<0.01
1656	CA6	Canale meridionale prima della confluenza nel Tora	12/12/2007	433,5	10478,5	0,65	<0.01	37,02	1,65
1666	CA6	Canale meridionale prima della confluenza nel Tora	17/03/2008	197,7	6070,2	0,61	<0.01	28,32	<0.01
1676	CA6	Canale meridionale prima della confluenza nel Tora	28/07/2008	144,5	963,2	0,58	1,34	38,07	<0.01
1647	CA7	Torrente Tora, a monte della confluenza	22/10/2007	35,6	320,7	<0.50	<0.01	25,54	<0.01
1657	CA7	Torrente Tora, a monte della confluenza	12/12/2007	314,3	6220,0	0,66	<0.01	39,18	2,01
1667	CA7	Torrente Tora, a monte della confluenza	17/03/2008	114,8	2022,4	0,57	<0.01	37,06	<0.01
1677	CA7	Torrente Tora, a monte della confluenza	28/07/2008	121,9	701,5	0,59	1,47	30,59	<0.01
1648	CA8	Torrente Tora, a valle della confluenza	22/10/2007	53,6	470,2	<0.50	<0.01	27,73	<0.01
1658	CA8	Torrente Tora, a valle della confluenza	12/12/2007	402,1	10136,2	0,61	<0.01	46,48	1,12
1668	CA8	Torrente Tora, a valle della confluenza	17/03/2008	208,1	7161,4	0,52	<0.01	33,81	<0.01
1678	CA8	Torrente Tora, a valle della confluenza	28/07/2008	119,4	702,4	0,59	1,71	40,98	0,03

		D.Lgs 152/06 Tab.3-Allegato 5 alla parte III		2000ug/L	500ug/L		6 mg/l	1000mg/l	
		D.Lgs 152/06 Tab.1/A-Allegato1 alla parte III				0,5ug/L			0,4ug/L
Codice laboratorio	cod esterno	DESCRIZIONE	mese campionamento	Mn ug/L	Zn ug/L	cloruro di vinile ug/L	Fluoruri (F mg/l)	Solfati (SO4) (mg/l)	penta cloro fenolo [ug/l]
1640	LF	LAGHETTO	22/10/2007	2232,5	4,9	<0.50	13,46	2349	<0.01
1650	LF	LAGHETTO	12/12/2007	1237,9	10,8	<0.50	13,21	1956,77	2
1660	LF	LAGHETTO	17/03/2008	1110,0	5,3	<0.50	10,46	1715,58	<0.01
1670	LF	LAGHETTO	28/07/2008	3741,8	3,4	<0.50	33,23	2657,41	<0.01
1639	LS	LAGHETTO	22/10/2007	2199,5	6,1	<0.50	16,22	2598,00	<0.01
1649	LS	LAGHETTO	12/12/2007	1460,5	21,9	<0.50	10,34	1948,44	<0.01
1659	LS	LAGHETTO	17/03/2008	690,9	5,0	<0.50	8,27	1703,78	<0.01
1669	LS	LAGHETTO	28/07/2008	3376,7	2,7	<0.50	7,88	1524,75	<0.01

8. CONCLUSIONI

L'analisi dei dati mostra che la matrice maggiormente compromessa è l'acqua di falda. I risultati ottenuti evidenziano l'esistenza di un inquinamento diffuso da alifatici clorurati, idrocarburi, manganese e solfati.

Di seguito si riportano le elaborazioni cartografiche effettuate applicando tecniche statistiche di distribuzione delle molecole inquinanti mediante la loro rappresentazione delle isoconcentrazioni.

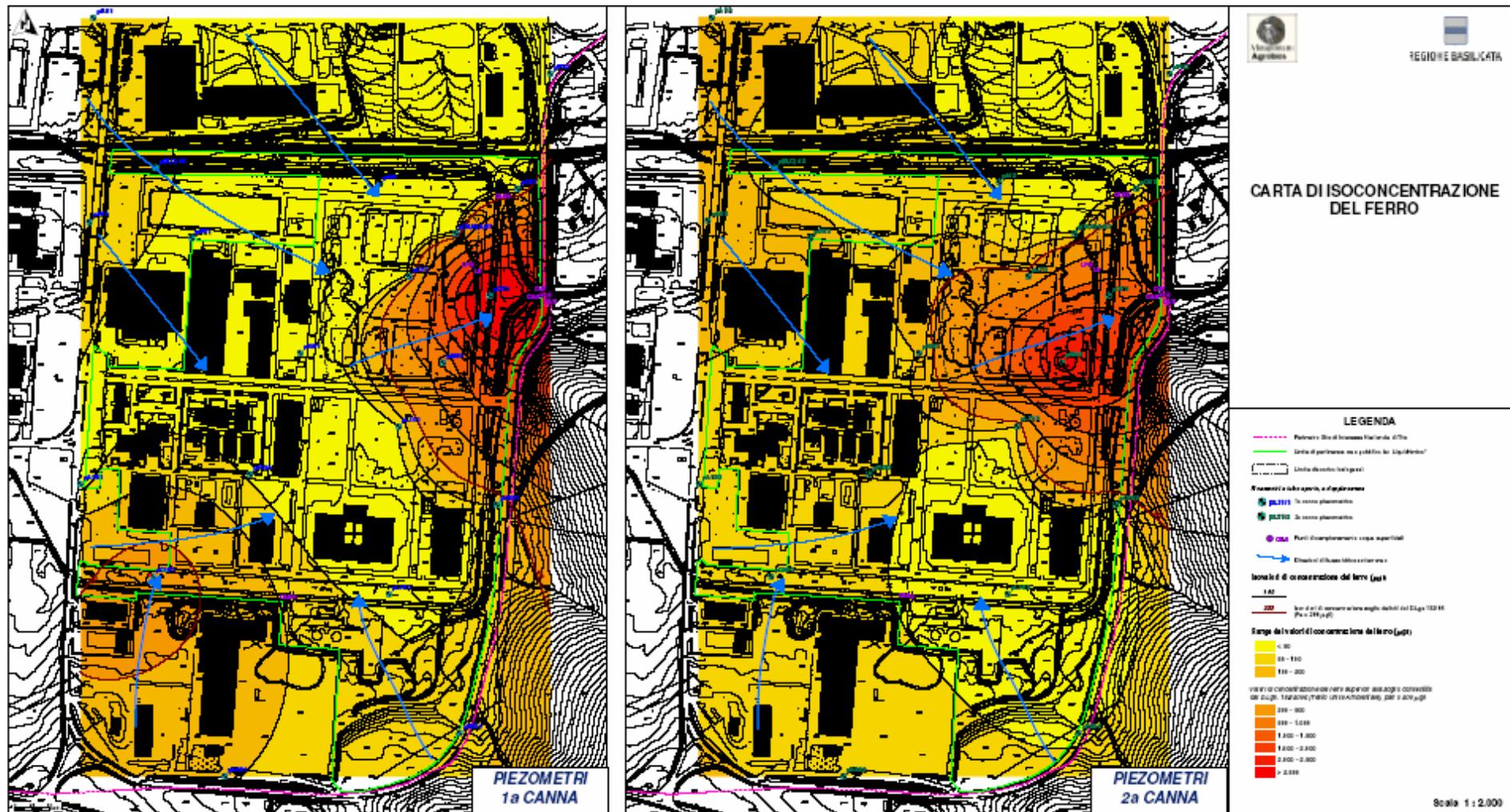


Fig. 31 – CARTA DELLE ISOCONCENTRAZIONI DEL FERRO

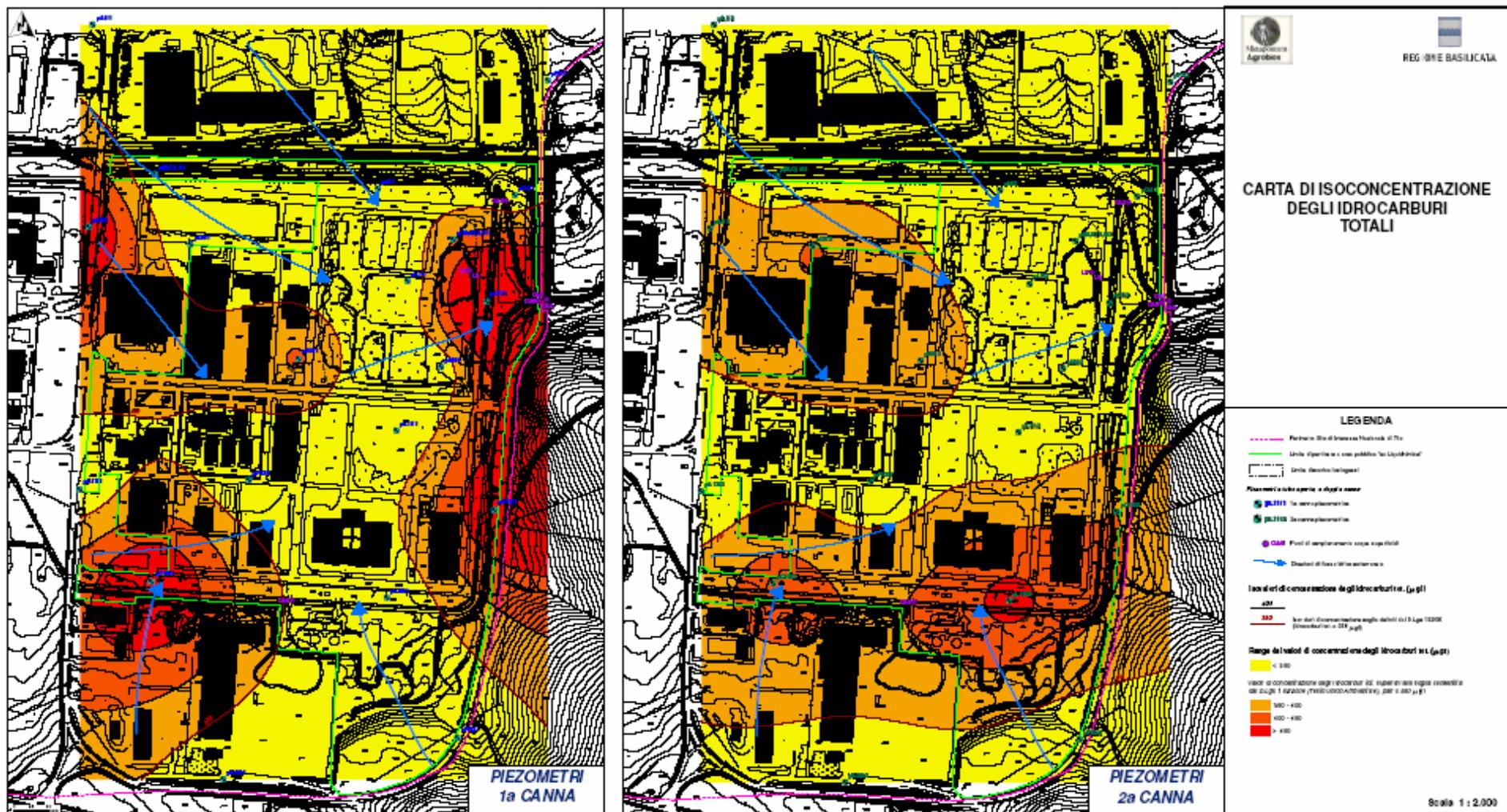


Fig. 33 – CARTA DELLE ISOCONCENTRAZIONI DEGLI IDROCARBURI

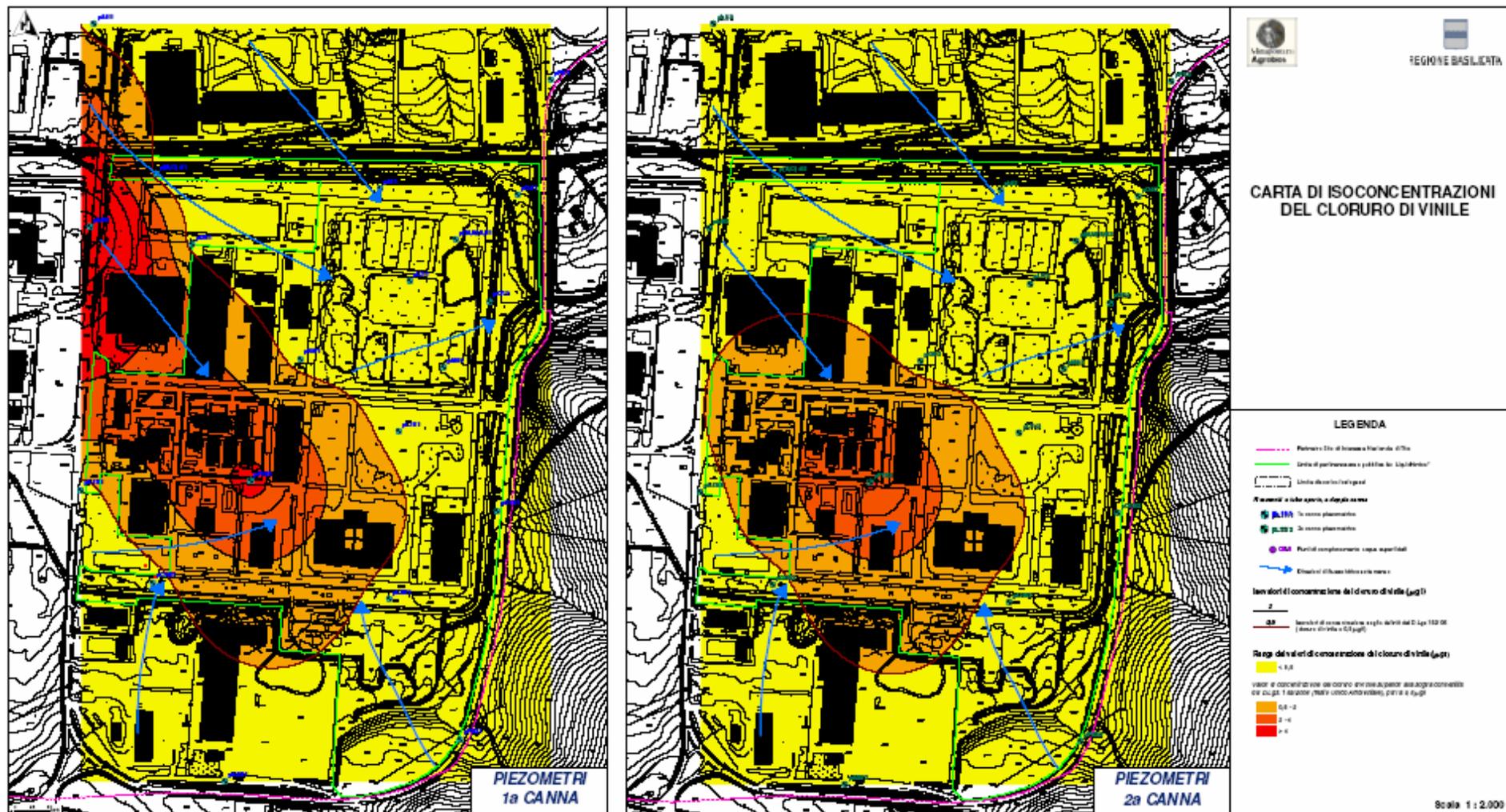


Fig.34 – CARTA DELLE ISOCONCENTRAZIONI DEL CLORURO DI VINILE

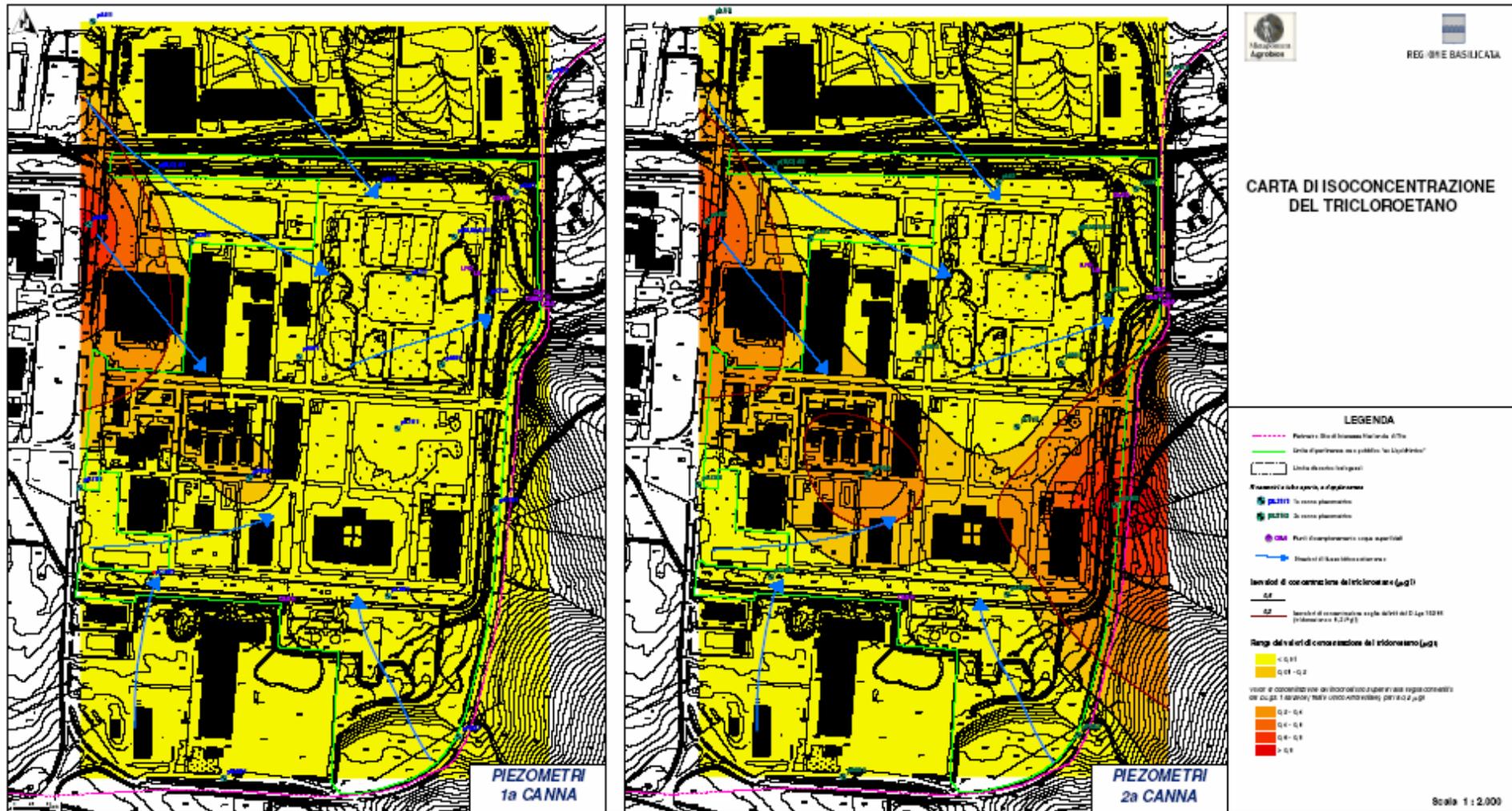


Fig. 35 – CARTA DELLE ISOCONCENTRAZIONI DEL TRICHLOROETANO

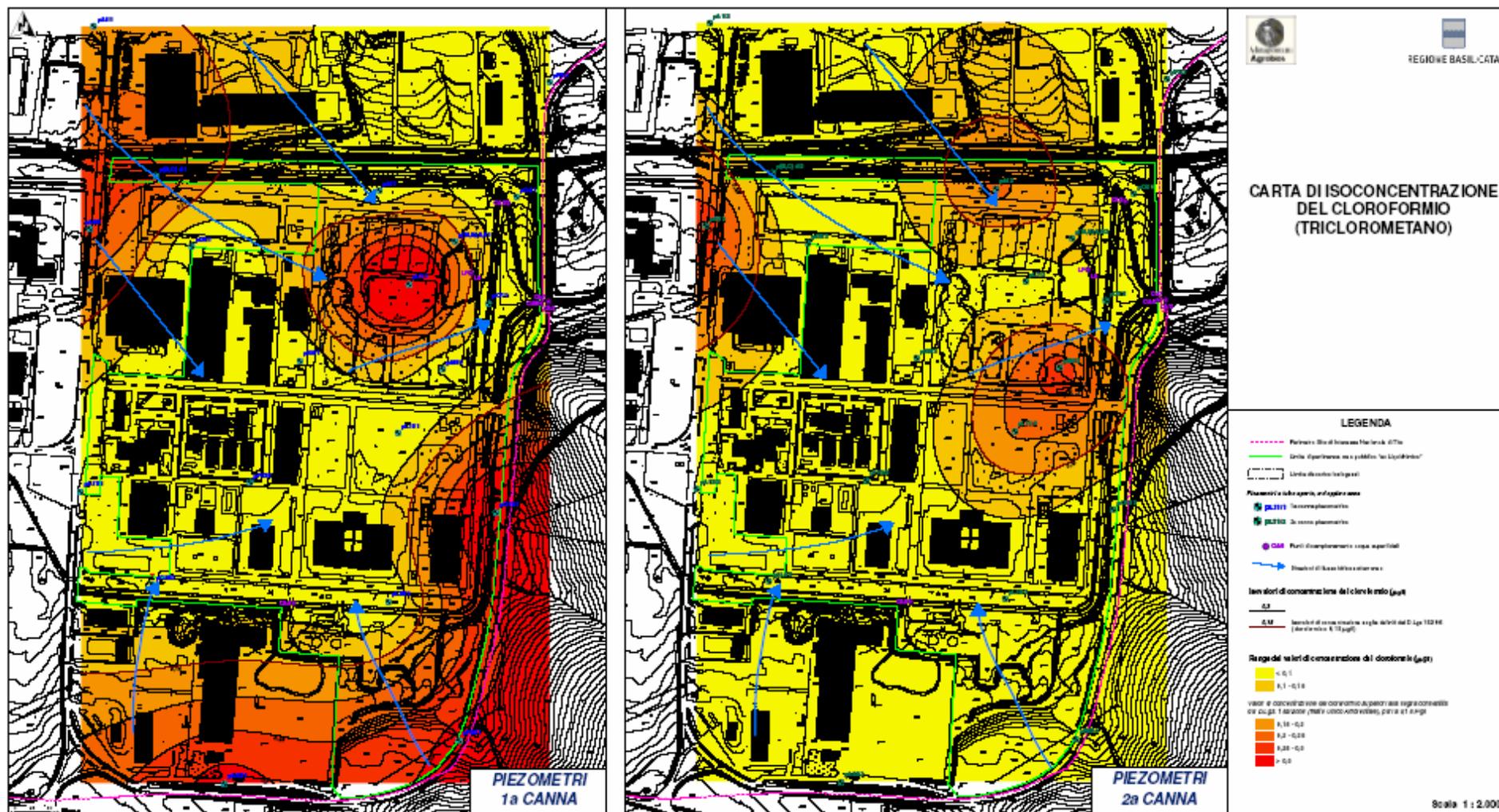


Fig. 36 – CARTA DELLE ISOCONCENTRAZIONI DEL CLOROFORMIO

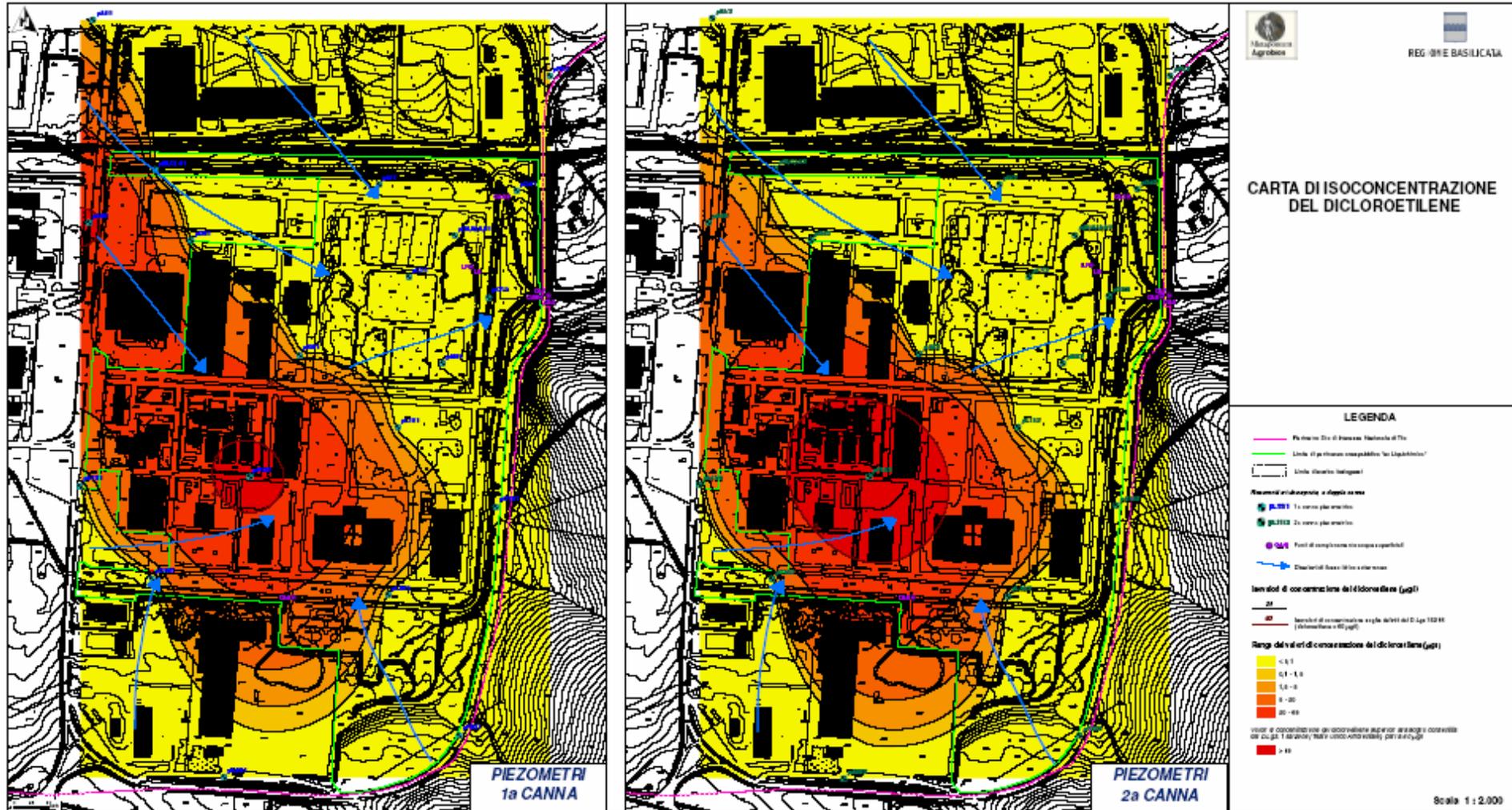


Fig. 37 – CARTA DELLE ISOCONCENTRAZIONI DEL DICHLOROETILENE

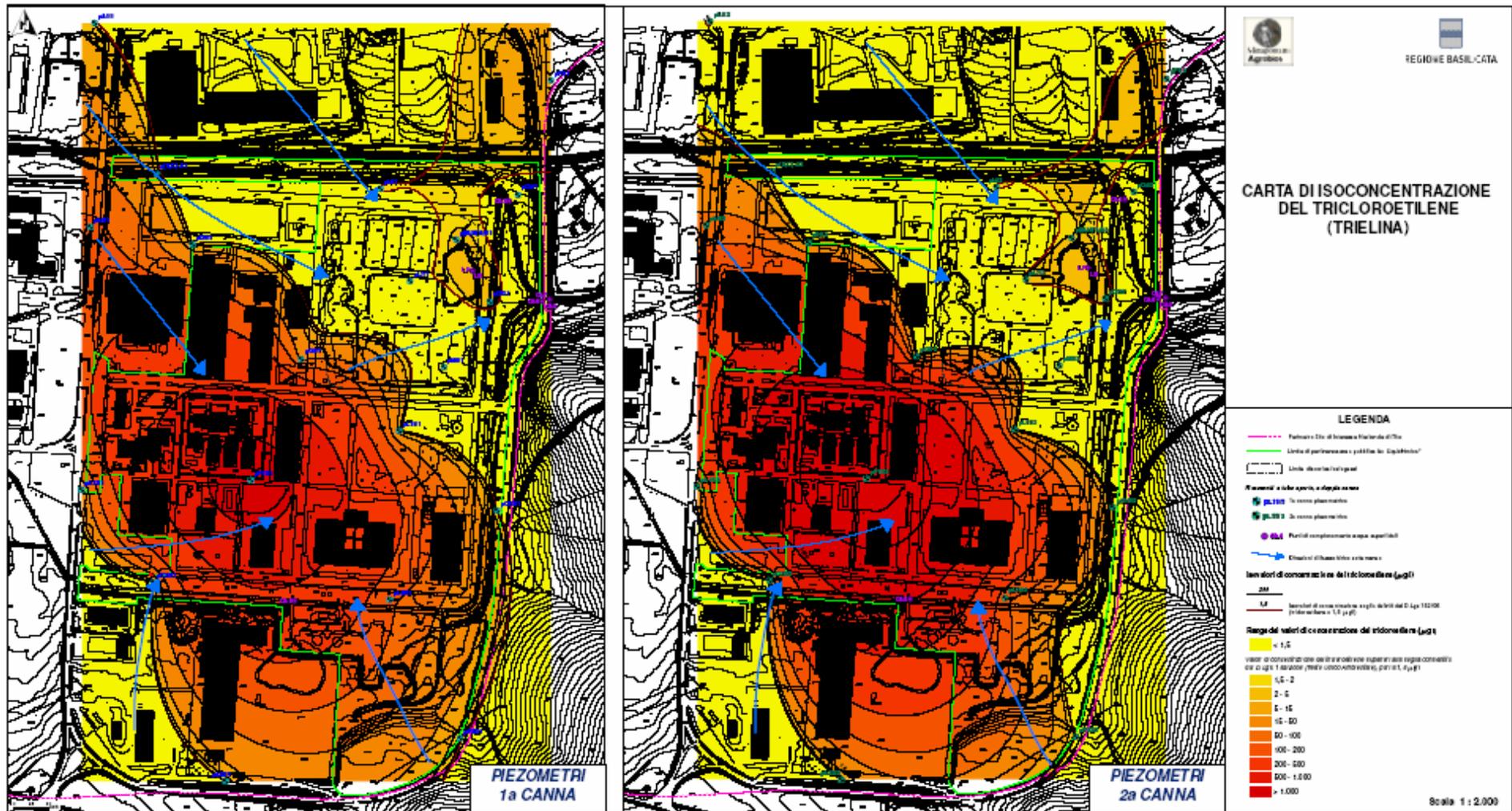


Fig. 38 – CARTA DELLE ISOCONCENTRAZIONI DEL TRICLOROETILENE

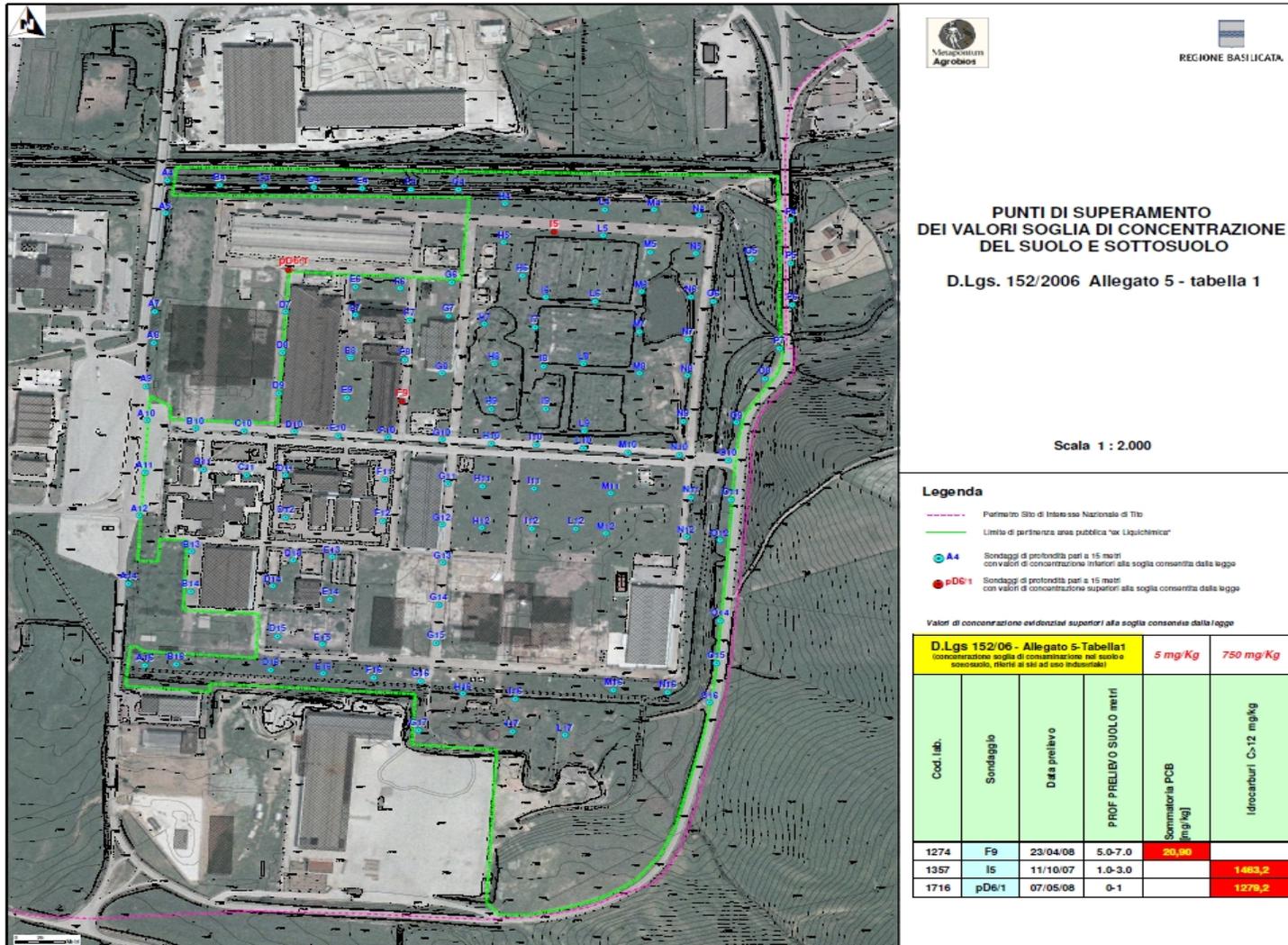
Per quanto concerne le acque superficiali, le analisi condotte hanno evidenziato presenza in più punti di sostanze alogenate (cloruro di vinile, pentacloro fenolo) in concentrazioni di poco superiore al limite previsto dalla tabella 1/A dell' Allegato1 alla parte III del D.lgs 152/06.

Per lo zinco anchesso determinato in concentrazioni elevate è stato ipotizzato un diverso ragionamento. Considerato che tale elemento non è normato dalla **Tabella 1/A dell' Allegato1 alla parte III del D.lgs 152/06** (Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale) abbiamo quindi assunto come limite quello della **tabella 3 dell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs 152/06** (Limiti di emissione degli scarichi idrici – tabella 3. Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura) che regola la qualità degli scarichi nel corpo idrico superficiale (500 µg/l).

Come sopra evidenziato il limite di riferimento per lo zinco è stato, in alcuni punti, abbondantemente superato.

Meno preoccupante è la situazione relativa al suolo e sottosuolo in cui è stato riscontrato superamento della concentrazione soglia da Policlorobifenili e idrocarburi pesanti in soli tre campioni su oltre cinquecento campioni analizzati.

Nella seguente cartografia si riportano le sostanze che hanno evidenziato il superamento della concentrazione soglia di cui alla tabella 1 allegato 5 al D.Lgs 152/06.



Figg. 39 e 40 - All. 12 - Punti di superamento dei valori soglia di concentrazione delle acque sotterranee e del suolo e sottosuolo