



B.L.O. IMMOBILIARE S.R.L.  
PHONE 0039 049 9002333

MILANESE & MODENA  
ARCHITETTI ASSOCIATI  
VIA CANEVE, 61 MESTRE  
30174 MESTRE VENEZIA  
CONCEPT  
PROGETTO ARCHITETTONICO  
PROGETTO DEFINITIVO E AMMINISTRATIVO



ENERGIA E IMPIANTI  
PREVENZIONE INCENDI

**TECNOSTUDIO**  
Architettura & Management  
VIA AQUILEIA, 56 - 35035 MESTRINO - PADOVA  
PROGETTO ESECUTIVO  
INGEGNERIZZAZIONE-MANAGEMENT  
DIREZIONE LAVORI-SICUREZZA



IMPATTO AMBIENTALE  
IMPATTO TRAFFICO  
STUDI COMMERCIALI

**BOLINA**  
Ingegneria  
Via del Gazzato 20, 30174 Venezia - Mestre  
FONDAZIONI  
STRUTTURE  
ANTISISMICA

COMUNE DI  
**VENEZIA**

COMMITTENTE  
**B.L.O. IMMOBILIARE S.r.l.**

NOME FILE

OGGETTO INCARICO

**NUOVA COSTRUZIONE EDIFICIO A DESTINAZIONE  
COMMERCIALE E RICETTIVO**

FASE PROGETTO  
**AMM**

INDIRIZZO E DATI CATASTALI

**VIA ARDUINO - VIA BOTTENIGO**

SCALA

-

ELABORATO NUMERO

TITOLO ELABORATO

**PIANO DI CARATTERIZZAZIONE\_RELAZIONE**

DATA

**GIUGNO 2015**

**C07**

**TECNOSTUDIO**  
via Aquileia, 56 - 35035 Mestrino - Padova  
tel 049 9000684 fax 049 9001859

www.tecnostudiopadova.it info@tecnostudio-pd.it

*Il Piano di Caratterizzazione ambientale che segue, è stato redatto per la valutazione dello status ambientale di suolo e sottosuolo sia sull'area oggetto dell'attuale intervento, sia dell'area contigua a sud, in quanto al momento della stesura di detto documento entrambe le aree risultavano in proprietà alla medesima ditta, la B.L.O. S.R.L.*

*Il suddetto Piano di Caratterizzazione contiene pertanto, anche dati non strettamente afferenti all'area in oggetto.*

**PROVINCIA DI  
VENEZIA**

**REGIONE DEL  
VENETO**

**COMUNE DI  
VENEZIA**

## **PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AREA B.L.O. s.r.l.**

*Stralcio Esecutivo del Piano di Caratterizzazione Cà Emiliani  
Macroisola Aree Agricole - via Arduino, Marghera (VE)*



### **SITO DI VIA ARDUINO, MARGHERA - VE**

Committente:

**B.L.O. s.r.l.**

Castello 5507,  
30122 Venezia

Redattore:



c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA  
ed. Auriga - via delle Industrie, 9  
30175 Marghera (VE)  
[www.eambiente.it](http://www.eambiente.it); [info@eambiente.it](mailto:info@eambiente.it)  
Tel. 041 5093820; Fax 041 5093886

Data: marzo 2011

Revisione 00

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>7</b>
<b>2. INQUADRAMENTO NORMATIVO .....</b>	<b>8</b>
<b>3. INQUADRAMENTO DEL SITO .....</b>	<b>10</b>
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	10
3.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO .....	13
3.2.1 Destinazione d'uso del sito .....	13
3.2.2 Inquadramento catastale.....	14
<b>4. RICOSTRUZIONE STORICA DEL SITO .....</b>	<b>15</b>
4.1 INTRODUZIONE .....	15
4.1.1 Attività svolte presso il sito .....	15
4.2 LE FOTO STORICHE.....	15
<b>5. INQUADRAMENTO DELL'AREA: CARATTERISTICHE AMBIENTALI.....</b>	<b>19</b>
5.1 INTRODUZIONE .....	19
5.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI PORTO MARGHERA .....	19
5.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE.....	19
5.3.1 Introduzione.....	19
5.3.2 Caratteristiche litostratigrafiche .....	20
5.3.3 Caratteristiche idrogeologiche.....	22
5.3.4 L'alimentazione degli acquiferi.....	23
5.3.5 Parametri idrogeologici.....	24
5.4 ASPETTI CLIMATICI .....	24
5.4.1 Precipitazioni.....	25
5.4.2 Venti.....	26
5.4.3 Temperatura .....	28
5.4.4 Umidità atmosferica.....	29
5.4.5 Pressione atmosferica .....	29
<b>6. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO – ATTI AMMINISTRATIVI .....</b>	<b>30</b>
<b>7. INDAGINE AMBIENTALE ESEGUITA .....</b>	<b>33</b>
7.1 INDAGINE SUOLI.....	33
7.1.1 Modalità di esecuzione delle indagini (indagini in situ) .....	36
7.1.2 Rilievo topografico.....	36
7.1.3 campionamento dei terreni.....	37
7.1.4 Formazione dei campioni di terreno da avviare ad analisi.....	38
7.1.5 Formazione del campione per l'analisi dei componenti volatili. ....	38
7.1.6 Conservazione dei campioni.....	42
7.1.7 Analisi chimiche di laboratorio – terreni .....	42

7.1 INDAGINI ACQUE SOTTERRANEE .....	44
7.1.1 Campionamento acque sotterranee .....	45
7.1.2 Analisi chimiche di laboratorio – acque sotterranee.....	46
<b>8. INDAGINE INTEGRATIVA .....</b>	<b>48</b>
8.1 SOPRALLUOGO CONGIUNTO CON ENTI.....	48
8.2 PROTOCOLLO OPERATIVO INDAGINE INTEGRATIVA .....	49
8.2.1 Metodiche operative di campo.....	49
<b>9. RISULTATI DELL'INDAGINE AMBIENTALE.....</b>	<b>53</b>
9.1 CARATTERI STRATIGRAFICI SITOSPECIFICI.....	53
9.2 CARATTERI IDROGEOLOGICI SITOSPECIFICI.....	53
9.3 RISULTATI ANALISI CHIMICHE TOP SOIL.....	56
9.4 RISULTATI ANALISI CHIMICHE TERRENI .....	56
9.5 RISULTATI ANALISI CHIMICHE ACQUE SOTTERRANEE .....	60
9.6 INDAGINE INTEGRATIVA - RISULTATI CAMPIONAMENTI IN CONTRADDITTORIO CON ARPAV .....	62
9.6.1 Indagine Integrativa - risultati indagini geotecniche .....	62
9.6.2 Indagine Integrativa - risultati indagini idrogeologiche .....	62
9.6.3 Indagine Integrativa - risultati analisi chimiche top soil .....	63
9.6.4 Indagine Integrativa - risultati analisi chimiche terreni .....	63
9.6.5 Risultati acque sotterranee .....	66
9.7 COMMENTO DEI RISULTATI .....	68
9.7.1 Terreni .....	68
9.7.2 Acque sotterranee.....	69
9.7.3 ANALISI DELLA PRESENZA DI ARSENICO, Ferro, MANGANESE E IONE AMMONIO .....	71
<b>10. MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO.....</b>	<b>81</b>
10.1 SORGENTE SECONDARIA DELLA CONTAMINAZIONE .....	82
10.1.1 Sorgente secondaria matrice terreni .....	82
10.1.2 Sorgente secondaria matrice acque sotterranee.....	82
10.1.3 Mobilità dei contaminanti nelle diverse matrici ambientali .....	84
10.2 PERCORSI DI ESPOSIZIONE .....	85
10.2.1 Percorsi di Esposizione attivi.....	85
10.3 BERSAGLI – DESCRIZIONE DEI POSSIBILI RICETTORI.....	88
10.4 MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO DI SITO .....	89
<b>11. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA .....</b>	<b>90</b>
11.1 PARAMETRI DI ESPOSIZIONE .....	93
11.2 PARAMETRI SITOSPECIFICI .....	95
11.3 PARAMETRI FISICO CHIMICI TOSSICOLOGICI .....	97
11.4 CALCOLO DEL RISCHIO ASSOCIATO .....	97

11.5 CALCOLO DEGLI OBIETTIVI DI BONIFICA [SSTL – CSR] .....	99
11.6 ANALISI DI SENSIBILITÀ.....	100
11.6.1 inalazione outdoor da falda.....	100
11.6.2 inalazione indoor da falda.....	101
<b>12. CONCLUSIONI.....</b>	<b>102</b>
<b>13. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>104</b>

## INDICE TABELLE

Tabella 5-1. La successione litostratigrafia.....	21
Tabella 5-2. La successione litostratigrafia.....	22
Tabella 5-4. Distribuzione percentuale della velocità del vento per classi di direzione ed intensità (m/s) alla stazione di Zona industriale di Porto Marghera fra il 1975 e il 1997 .....	26
Tabella 7-1. Dettaglio indagine ambientale.....	33
Tabella 7-2. Riepilogativo campioni prelevati .....	39
Tabella 7-3. Parametri ricercati nella matrice terreno e metodiche analitiche utilizzate.....	42
Tabella 7-4. Riepilogativo piezometri.....	45
Tabella 7-5. Parametri ricercati nella matrice acque e metodiche analitiche utilizzate .....	46
Tabella 8-1. Protocollo analitico terreni – Indagine Integrativa .....	50
Tabella 9-1. Campagna piezometrica del 19/10/2011 – Falda Superficiale.....	54
Tabella 9-2. Campagna piezometrica del 19/10/2011 – Prima Falda.....	54
Tabella 9-3. Risultati Top Soil .....	56
Tabella 9-4. Risultati analisi chimiche sui terreni da sondaggio .....	57
Tabella 9-5. Risultati analisi chimiche acque sotterranee GENNAIO 2011 .....	60
Tabella 9-6. Risultati Indagini Geotecniche.....	62
Tabella 9-7. Risultati slug Test.....	62
Tabella 9-8. Indagine Integrativa giugno 2011 – Risultati analisi Top Soil.....	63
Tabella 9-9. Indagine Integrativa giugno 2011 – Risultati analisi Terreni .....	64
Tabella 9-10. Indagine Integrativa giugno 2011 – Risultati acque sotterranee .....	66
Tabella 9-11. Classificazione chimica in base ai parametri di base (Tabella 20 dell'allegato 1 dell'ex dlgs. 152/99).....	73
Tabella 9-12. Definizione dello stato chimico delle acque sotterranee.....	73
Tabella 9-13. Concentrazioni dei Parametri Mn, Fe e $\text{NH}_4^+$ lungo la tratta del Passante di Mestre (ante operam).....	75
Tabella 9-14. Esiti monitoraggio acque sotterranee Passante di Mestre (fonte <a href="http://www.passantedimestre.org">www.passantedimestre.org</a> ) .....	76
Tabella 9-15. Descrizione stato di contaminazione acque sotterranee entro S.I.N. ....	77
Tabella 9-16. Confronto con i superamenti riscontrati nel sito posto sul confine ovest.....	77
Tabella 9-17. Confronto con i superamenti riscontrati nel sito Terna distante 1 km dall'area B.L.O.....	78
Tabella 10-1. Riepilogativo superamenti acque <i>acquifero superficiale</i> – valori massimi riscontrati.....	83
Tabella 10-2. Riepilogativo superamenti acque <i>prima falda</i> – valori massimi riscontrati .....	83
Tabella 10-3. Modalità potenziale di esposizione dalla Falda – PDC area B.L.O.....	86
Tabella 11-1. Rischi Tollerabili.....	92
Tabella 11-2. Fattori di esposizione, simbologia .....	93
Tabella 11-3. Parametri di esposizione .....	94
Tabella 11-4. Elenco parametri sito specifici e descrizione della qualità del dato .....	95
Tabella 11-5. Risultati Analisi di Rischio Falda Superficiale.....	98
Tabella 11-6. Risultati Analisi di Rischio Prima Falda .....	98

## INDICE FIGURE

Figura 3-1. Ubicazione del sito di indagine all'interno del SIN di Venezia - P. Marghera - Scala Comunale.....	10
Figura 3-2. Ubicazione del sito di indagine all'interno del SIN di Venezia - P. Marghera - Dettaglio.....	10
Figura 3-3. Inquadramento del sito in oggetto all'interno del S.I.N. e del Piano Cà Emiliani.....	11
Figura 3-4. Inquadramento dell'area – Rilievo areofotogrammetrico 2001 – Fonte www.ambiente.provincia.venezia.it/.....	12
Figura 3-5. Variante al P.R.G. per la Terraferma (D.G.R.V. 3905 del 03.12.2004).....	13
Figura 3-6. Estratto Catastale del sito di indagine. – Fonte Comune di Venezia ( <a href="http://194.243.104.176/cartanet/">http://194.243.104.176/cartanet/</a> )...	14
Figura 4-1. Strisciata 02/09/1944.....	15
Figura 4-2. Strisciata 14/10/1955.....	16
Figura 4-3. Strisciata 27/06/1984.....	16
Figura 4-4. Fotopiano Marghera 1998.....	17
Figura 4-5. Fotopiano Marghera 2001.....	18
Figura 4-6. Foto Area 2008 – fonte Google Earth.....	18
Figura 5-1. Serie stratigrafica tipo (da Gatto e Prevattello, 1974).....	20
Figura 5-2. Modello idrogeologico generale di Porto Marghera.....	23
Figura 5-3. Piovosità totale annuale nel periodo 1962-1997 (dati da Servizio Meteorologico dell'Aeronautica – Aeroporto di Venezia, periodo 1962-1981 e E.Z.I.P.M - Porto Marghera, periodo 1982-1997; MAV- CVN, 1998).....	25
Figura 5-4. Valori medi mensili di piovosità rilevati per il periodo 1962-1999 (dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica - stazione Aeroporto di Venezia 1962-1981 e dell'Ente Zona Industriale – stazione Porto Marghera 1976-1999) (MAV-CVN, 2001b).....	25
Figura 5-5. Direzione prevalente dei venti nel 1998 (fonte: EZIPM, 1999).....	27
Figura 5-6. Valori medi mensili di intensità del vento rilevati per il periodo 1962-1999 (dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica - stazione Aeroporto di Venezia 1962-1981 e dell'Ente Zona Industriale – stazione Porto Marghera 1976-1999) (MAV-CVN, 2001b).....	28
Figura 5-7. Temperatura media annuale nel periodo 1962-1997 (dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica - stazione Aeroporto di Venezia e dell'Ente Zona Industriale – stazione Porto Marghera).....	28
Figura 5-8. Valori medi mensili di temperatura rilevati per il periodo 1962-1999 (dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica - stazione Aeroporto di Venezia 1962-1981 e dell'Ente Zona Industriale – stazione Porto Marghera 1976-1991) (MAV-CVN, 2001b).....	29
Figura 6-1. Ubicazione Punti di indagine del Piano Cà Emiliani e perimetro sito B.L.O. s.r.l.....	30
Figura 7-1. lato Nord-Est.....	34
Figura 7-2. lato Sud-Est.....	34
Figura 7-3. lato Nord-Ovest.....	35
Figura 7-4. lato Sud-Ovest.....	35
Figura 7-5. Posizionamento S1.....	35
Figura 7-6. Posizionamento S3.....	35
Figura 7-7. Posizionamento S10.....	35
Figura 7-8. Posizionamento S19.....	35
Figura 7-9. punto di riferimento utilizzato per il rilievo.....	37
Figura 8-1. Planimetria ubicazione indagini integrative in contraddittorio.....	48
Figura 9-1. Linee isofreatiche acquifero superficiale (a sinistra) e Prima Falda (a destra).....	55
Figura 9-2. Stato Chimico (SCAS); 2008. Distribuzione della percentuale di punti di monitoraggio nelle classi chimiche per le sorgenti e per le falde confinate e libere.....	73
Figura 9-3. Linee isofreatiche Regione Veneto 1983.....	73
Figura 9-4. Concentrazione media dei parametri critici (campagna novembre 2008) fonte Arpav.....	74
Figura 9-5. Collocazione sottogradiente del Sito di proprietà B.L.O. s.r.l. in riferimento al Passante di Mestre.....	75
Figura 10-1. Modello Concettuale Definitivo - Sezione Concettuale (cautelativa).....	89



## INDICE ALLEGATI

- Allegato 1: Verbale Conferenza dei Servizi Decisoria del 04.06.2008
- Allegato 2: Schede Stratigrafiche – Indagine 2006
- Allegato 3: Rapporti di Prova – certificati analitici top soil
- Allegato 4: Rapporti di Prova – certificati analitici terreni
- Allegato 5: Schede stratigrafiche – Indagine 2011
- Allegato 6: Rapporti di Prova – certificati analitici acque – GENNAIO 2011
- Allegato 7: Protocollo Operativo esecuzione Indagini ambientali
- Allegato 8: Verbali campionamento Arpav – 07.06.2011
- Allegato 9: Indagine Integrativa, Stratigrafie e Schede Sondaggio
- Allegato 10: Indagine Integrativa, Rapporti di Prova – Prove Geotecniche
- Allegato 11: Indagine Integrativa, Rapporti di Prova – Slug Test
- Allegato 12: Indagine Integrativa, Rapporti di Prova – Certificati analitici Top Soil
- Allegato 13: Indagine Integrativa, Rapporti di Prova – Certificati analitici Terreni
- Allegato 14: Indagine Integrativa, Rapporti di Prova – Cert. analitici acque sotterranee – GIUGNO 2011
- Allegato 15: : Indagine Integrativa, Rapporti di Prova – Certificato 11-LA15926 piezometro 2255
- Allegato 16: Verbale di campionamento Arpav 4526.2011 del 25.06.2011.
- Allegato 17: : Stampe e risultati Analisi di Rischio sito specifica.

## INDICE TAVOLE

- Tavola 1: Inquadramento su CTR
- Tavola 2: Ubicazione Sondaggi Piano di Caratterizzazione Cà Emiliani
- Tavola 3: Ubicazione Sondaggi Eseguiti
- Tavola 4: Ubicazione piezometri installati
- Tavola 5: Sezioni Geologiche
- Tavola 6: Indagini Integrative
- Tavola 7: Distribuzione dei superamenti delle CSC nelle Acque Sotterranee
- Tavola 8: Gradienti di falda
- Tavola 9: Inquadramento Catastale



## I. PREMESSA

Il presente lavoro è stato specificatamente redatto da eAmbiente su incarico di B.L.O. S.r.l., con sede a Castello 5507, 30122 Venezia al fine di produrre un adeguato Piano della Caratterizzazione ambientale per la valutazione dello status ambientale di suolo e sottosuolo dell'area in oggetto.

L'area in oggetto si inserisce all'interno del Sito di interesse Nazionale di Porto Marghera e precisamente nella Macroisola Aree Agricole – Area Ca' Emiliani per la quale il Comune di Venezia ha predisposto e trasmesso agli Enti in data 18 dicembre 2007 il Piano di Caratterizzazione, secondo le modalità indicate dal "Master Plan per la bonifica dei siti inquinati di Porto Marghera".

La presente relazione è stata redatta allo scopo di dare attuazione a quanto previsto dal Piano di Caratterizzazione dell'Area Ca' Emiliani, in ottemperanza alle prescrizioni definite in sede di Conferenza dei Servizi Decisoria del 04/06/2008, e costituisce pertanto stralcio esecutivo del medesimo piano di caratterizzazione relativamente alle superfici di proprietà B.L.O. s.r.l. riportate nella cartografia allegata e nel seguito.

Lo scopo del presente lavoro è quello di fornire:

- un inquadramento dell'area in esame dal punto di vista storico, litostratigrafico ed idrogeologico;
- una sintesi delle indagini chimico fisiche effettuate nell'area in oggetto;
- il confronto dei risultati delle analisi condotte con gli attuali limiti di legge;
- una descrizione delle attività previste dal Piano di Caratterizzazione della macroarea Ca' Emiliani approvato e comprensivo delle integrazioni relative alle prescrizioni impartite dalla Conferenza di Servizi decisoria del 04/06/2008;
- i risultati dello stralcio esecutivo del Piano di Caratterizzazione della macroarea Ca' Emiliani relativo all'area di proprietà della società B.L.O. Srl.

La Scrivente ha avuto mandato da B.L.O. s.r.l. di procedere alla consegna della presente Caratterizzazione Ambientale onde ottenere, ad esiti del Piano acquisiti e a seguito delle opportune verifiche da parte degli Enti di controllo, lo svincolo delle aree in oggetto.

Al fine di conseguire nei tempi utili tale condizione si procede con la presente alla consegna degli esiti delle indagini ambientali effettuate sui terreni e sulle acque sotterranee del sito anticipando l'inoltro delle verifiche effettuate dagli Enti di controllo in contraddittorio sulle matrici ambientali oggetto dell'indagine.

La caratterizzazione ambientale di seguito illustrata risulta coerente alle prescrizioni formulate per il Piano di Caratterizzazione dell'area "Ca' Emiliani" sopra citato.

## 2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

### **DPCM 12/02/1999 - Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera:**

Obiettivo principale dell'Accordo è quello di mantenere a Porto Marghera "condizioni ottimali di coesistenza tra la tutela dell'ambiente e lo sviluppo produttivo nel settore chimico, in un quadro di certezze gestionali". Nello specifico l'Accordo individua i seguenti obiettivi intermedi ai quali rivolgere il quadro delle azioni descritte:

Risanare e tutelare l'ambiente attraverso azioni di disinquinamento, bonifica o messa in sicurezza dei siti, di riduzione delle emissioni in atmosfera e delle emissioni in laguna e di prevenzione dei rischi di incidente rilevante;

Indurre adeguati investimenti industriali, per dotare gli impianti esistenti delle migliori tecnologie ambientali e di processo e renderli concorrenziali sul piano europeo, garantendone l'economicità nel tempo e assicurando il mantenimento, il rilancio e la qualificazione dell'occupazione.

### **DPCM 15/11/2001 - Master Plan per la bonifica dei siti inquinati di Porto Marghera:**

Costituisce il piano di intervento, alla scala dell'intero SIN di Venezia - Porto Marghera, che cadenza gli interventi nonché le priorità ed i tempi delle iniziative da assumere nel sito, in modo da pianificare le ulteriori necessarie investigazioni di dettaglio, ed i progetti di recupero produttivo, occupazionale, di tutela ambientale e sanitaria e definire in un contesto unitario le scelte strategiche di intervento.

### **D.G.R.V. 2922/2003 - Definizione delle linee guida per il campionamento e l'analisi dei campioni dei siti contaminati**

L'applicazione pratica delle modalità di prelievo e di analisi dei campioni necessita di definire alcune procedure in modo più dettagliato allo scopo di assicurare ai soggetti interessati (Operatori del settore, progettisti, soggetti responsabili, Autorità competenti) un "modus operandi" quanto più definito ed univoco possibile, riducendo al massimo l'elemento discrezionale che potrebbe essere fonte di risultati analitici oggetto di contestazione, con conseguente prolungamento dei tempi necessari per la bonifica.

### **D.Lgs 152/2006 - Norme in materia ambientale:**

Il presente decreto legislativo ha come obiettivo primario la promozione dei livelli di qualità della vita umana, da realizzare attraverso la salvaguardia ed il miglioramento delle condizioni dell'ambiente e l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

Nello specifico le procedure in materia di Bonifiche di Siti Contaminati sono riportate nel Titolo V Parte IV del Decreto così come modificato dal

correttivo **D.Lgs n° 4 del 16 gennaio 2008** recante importanti modifiche al Testo Unico Ambientale.

Dal 29 aprile 2006, con l'entrata in vigore del nuovo testo unico recante "Norme in materia ambientale" (D. Lgs. 152/2006) vengono riscritte le principali regole in materia ambientale (sostituzione al D.M. 471/99 e al D.Lgs 22/97).

L'intero intervento, dalle fasi di cantiere, dalle metodologie di campionamento e analisi, ecc. fino

all'identificazione dei limiti di contaminazione e degli obiettivi di risanamento, si è sviluppato in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06.

Tutte le operazioni riportate nella presente relazione, sono state eseguite avendo particolare cura nella protezione degli addetti e del personale preposto e nel rispetto delle normative esistenti in materia di sicurezza, salute pubblica ed ambientale.

**Protocollo Operativo per la Caratterizzazione dei siti ai sensi del D.Lgs. 152/06 e dell'Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera (Rev. Gennaio 2008):**

Il presente protocollo è integrativo di quanto già previsto dall'Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera, dal D.Lgs. 152/06, dalla D.G.R.V. 2922/03 e dalle Specifiche tecniche per perforazioni di sondaggio e posa in opera dei piezometri predisposto dal comune di Venezia; documenti che, pertanto, rimangono validi ed efficaci per quanto non precisato nel presente protocollo.

Tutte le operazioni realmente svolte per:

- Il campionamento delle matrici ambientali (il prelievo, la formazione, il trasporto e la conservazione del campione);
- Le analisi di laboratorio

devono essere documentate nel dettaglio, con resoconti che consentano di riferirli in modo chiaro ed non equivoco a ciascun campione prelevato.

**Conferenza dei Servizi Decisoria del 04/06/2008:**

La Conferenza dei Servizi decisoria ha deliberato nel merito dell'approvazione del Piano di Caratterizzazione dell'area Cà Emiliani presentato dal comune di Venezia in data 18/12/2007. Il Piano citato, che ricomprende l'area oggetto della presente relazione, è stato approvato con prescrizioni le quali verranno accolte con la presente relazione.

### 3. INQUADRAMENTO DEL SITO

#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito oggetto del presente elaborato è ubicato in via Arduino a Marghera all'interno della macroisola Aree Agricole nelle vicinanze dell'area commerciale che si affaccia sulla SS Romea; risulta situato all'interno della perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Venezia Porto Marghera individuato con legge 426/1998 e perimetrato con Decreto del Ministero dell'Ambiente 23 febbraio 2000. (cfr. Figura 3-1 e Figura 3-2).



Figura 3-1. Ubicazione del sito di indagine all'interno del SIN di Venezia - P. Marghera - Scala Comunale.



Figura 3-2. Ubicazione del sito di indagine all'interno del SIN di Venezia - P. Marghera - Dettaglio.



Come detto in precedenza il sito si colloca all'interno delle aree relative al Piano di Caratterizzazione Cà Emiliani approvato come riportato nella seguente Figura 3-3:

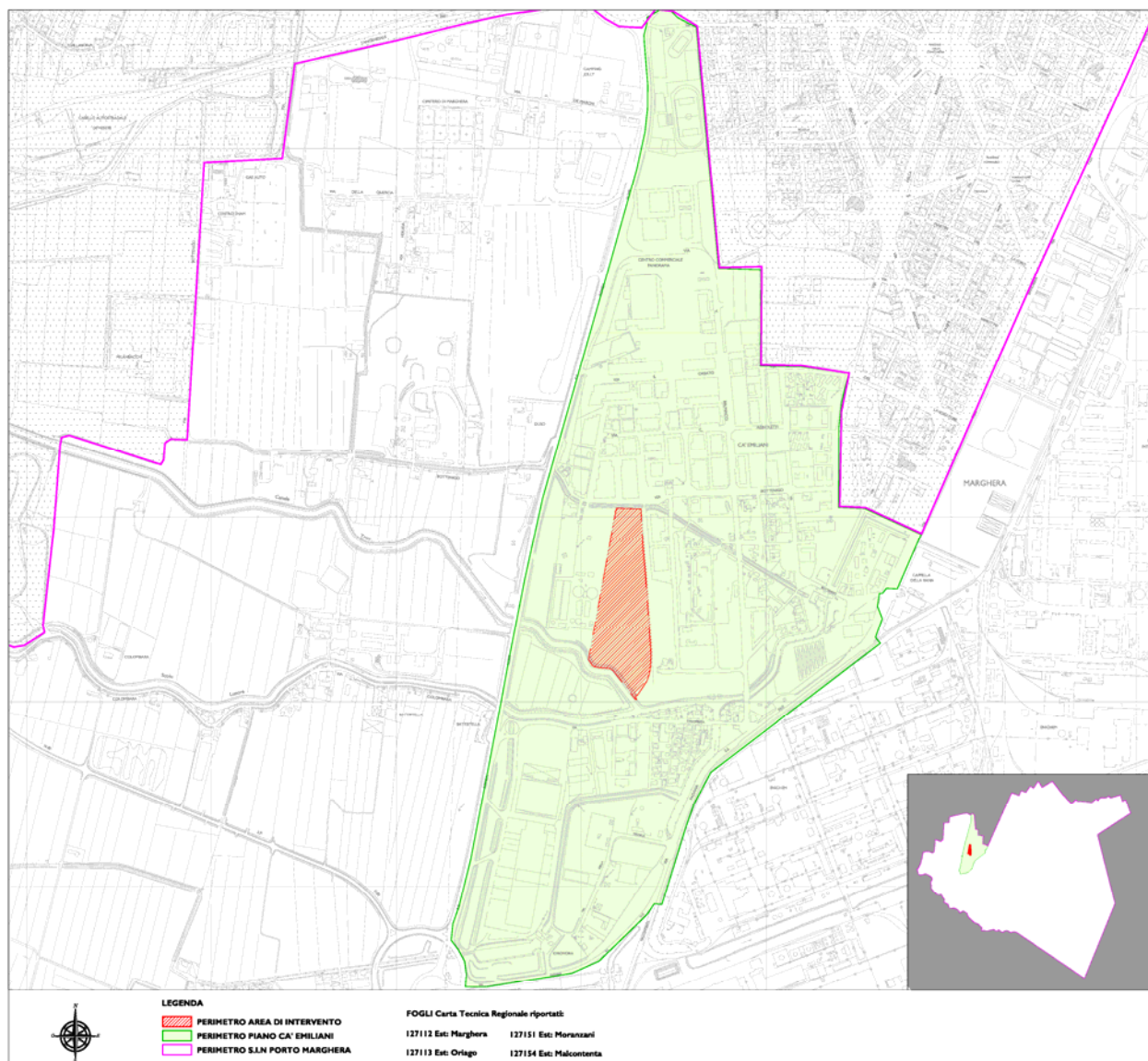


Figura 3-3. Inquadramento del sito in oggetto all'interno del S.I.N. e del Piano Cà Emiliani

Nella precedente Figura 3-3 è riportato in verde il perimetro delle aree interessate dal Piano di Caratterizzazione di Cà Emiliani, in magenta il perimetro del S.I.N. di Porto Marghera e in tratteggio rosso l'area in oggetto della presente relazione.

Il sito oggetto di studio occupa una superficie complessiva di circa 55000 m<sup>2</sup> e risulta esterno alla zona industriale di Porto Marghera, rispetto alla quale è ubicato in una posizione che possiamo definire di “monte idrogeologico”. In particolare, come si deduce dall’immagine di seguito riportata, confina:

1. a Nord con una zona Commerciale Industriale (carrozzerie, rivenditori auto, altro);
2. ad Est con la zona Artigianale;
3. a Sud con il canale Lusore;
4. e ad Ovest dal Nodo Idraulico Cà Emiliani –area “Rana”, di proprietà del Comune di Venezia e già soggetto a caratterizzazione.



Figura 3-4. Inquadramento dell’area – Rilievo areofotogrammetrico 2001 – Fonte [www.ambiente.provincia.venezia.it/](http://www.ambiente.provincia.venezia.it/)



## 3.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO

### 3.2.1 DESTINAZIONE D'USO DEL SITO

A livello di Piano Regolatore Generale, Porto Marghera fa riferimento alla V.P.R.G. per la Terraferma, adottata con delibera del C.C. n. 16/99 a seguito dell'approvazione Regionale (D.G.R.V. del 03.12.2004 n. 3905 - B.U.R. n. 131 del 21.12.2004), ai sensi degli artt. 45 - 46 della LR 61/85.

In base alla carta allegata alla Variante Tecnica al Piano Regolatore Generale per Porto Marghera l'area è classificata come zona D4.a “zona attrezzature economiche varie” (Tav. 2.3).

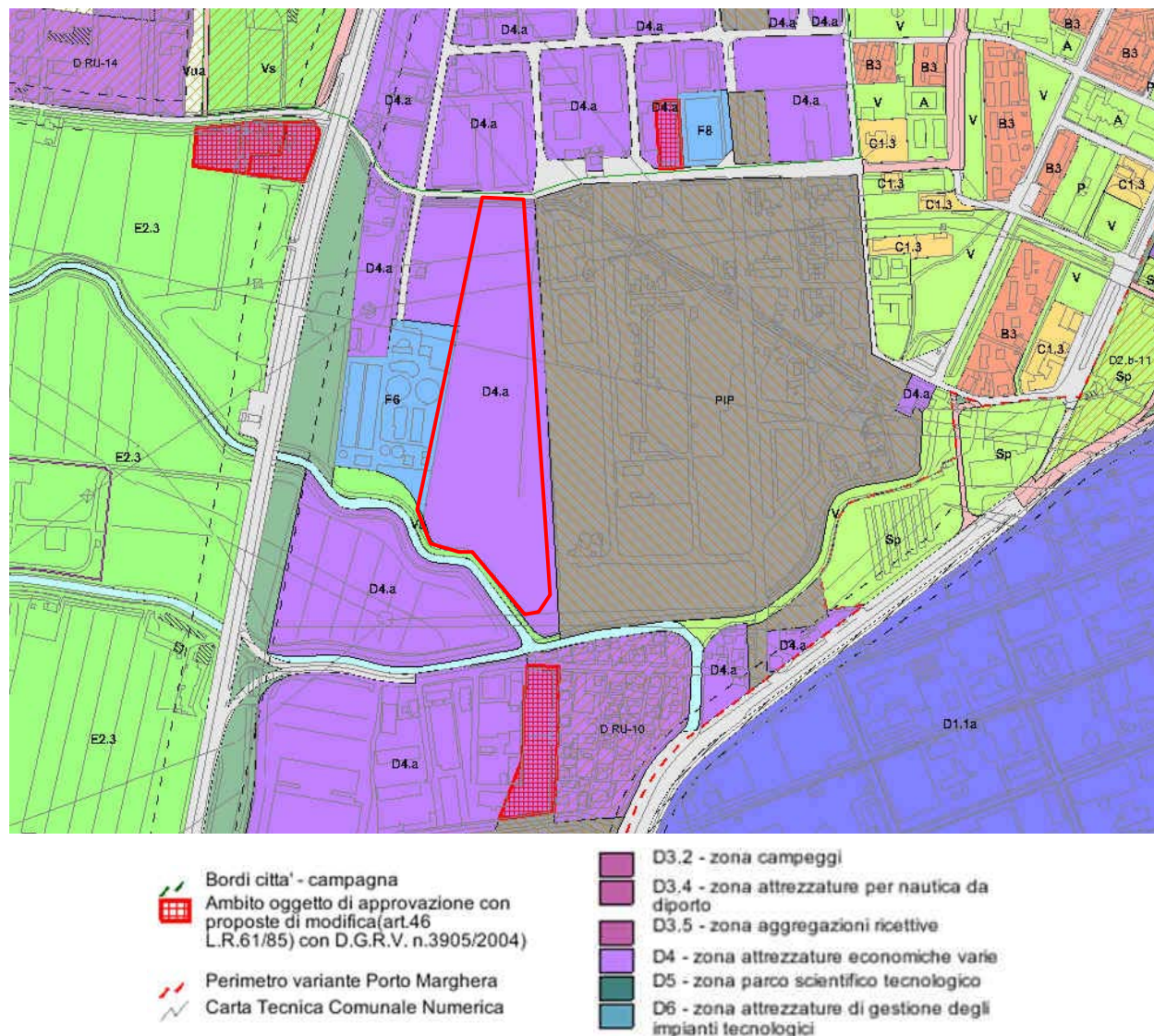


Figura 3-5. Variante al P.R.G. per la Terraferma (D.G.R.V. 3905 del 03.12.2004)

Per quanto sopra detto in merito alla destinazione d'uso prevista dai vigenti strumenti urbanistici i valori di concentrazione limite accettabile sono quelli previsti dal D.Lgs 152/06 per i “**terreni ad commerciale ed industriale**”. Dal punto di vista degli obiettivi di indagine vengono quindi presi in considerazione i limiti per uso commerciale ed industriale (All.5 – Tab.1 - Colonna B - D.Lgs152/06).



### 3.2.2 INQUADRAMENTO CATASTALE

Catastalmente il sito è individuato al N.C.T. del Comune di Venezia dal Foglio n. 12: particelle 1501, 2301, 2302-Parte, 2303, 2305, 2306, 2309, 2311, 2336, 2349, 2358, 2360 (c.f.r. Figura 3-6 e Tavola 9).

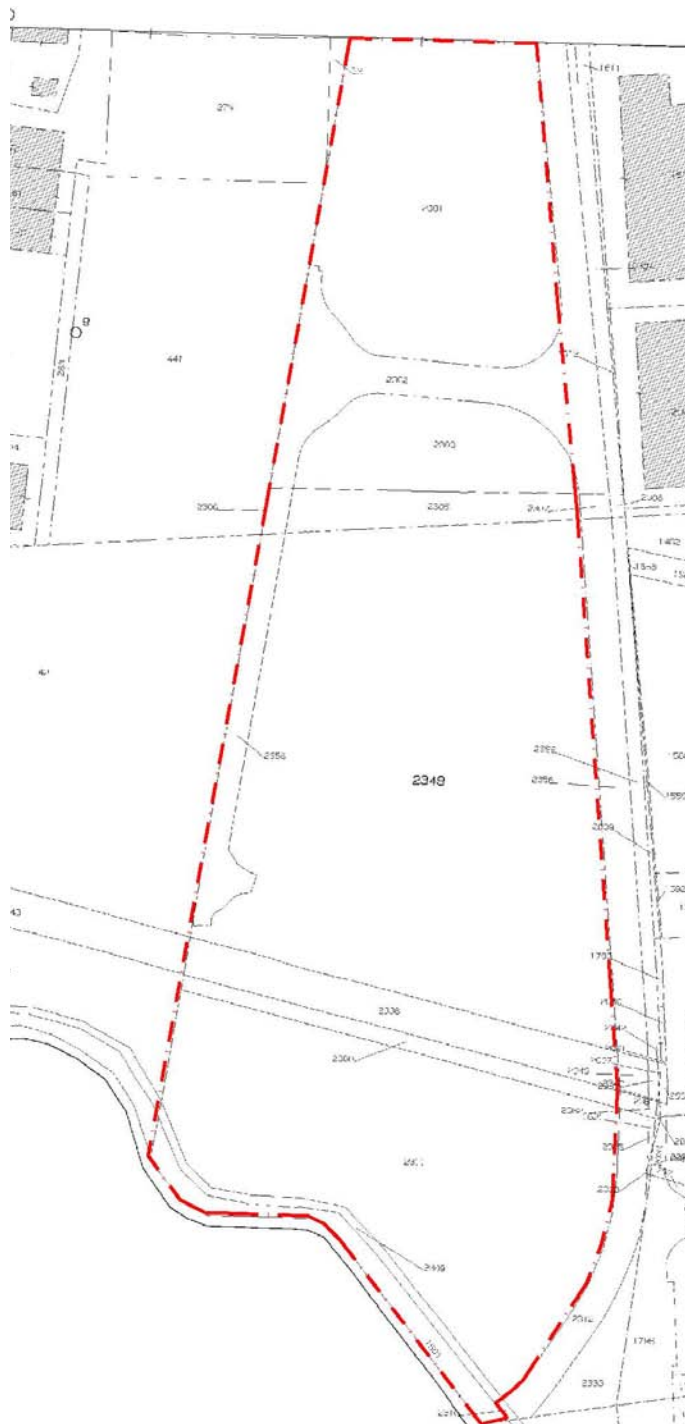


Figura 3-6. Estratto Catastale del sito di indagine. – Fonte Comune di Venezia (<http://194.243.104.176/cartanet/>)

## 4. RICOSTRUZIONE STORICA DEL SITO

### 4.1 INTRODUZIONE

Nel presente capitolo viene presentata una breve ricostruzione storica del sito oggetto di studio allo scopo di definire le possibili fonti di contaminazione del sito medesimo.

#### 4.1.1 ATTIVITÀ SVOLTE PRESSO IL SITO

In base ad indagine storica sulle attività svolte all'interno dell'area in oggetto è risultato che tale zona è sempre stata adibita ad uso prettamente agricolo. Attualmente il terreno è incolto e ricoperto da vegetazione spontanea (prato, arbusti e alberi). Nel corso dei diversi sopralluoghi presso il sito non sono mai stati rinvenuti rifiuti abbandonati e pertanto non sono individuabili, in questa fase, potenziali sorgenti di contaminazione o particolari chemicals interessanti le matrici ambientali; rimangono potenzialmente attivi i fenomeni di ricaduta che verranno adeguatamente verificati con analisi dei top soil.

### 4.2 LE FOTO STORICHE

Nelle figure seguenti sono riportate le foto aeree storiche dell'area in questione, estratte dal sito della Provincia di Venezia ([http://ambiente.provincia.venezia.it/progetti/ortofoto\\_storiche/info/frame.htm](http://ambiente.provincia.venezia.it/progetti/ortofoto_storiche/info/frame.htm)).

Settembre 1944 – Figura 4-1. L'area oggetto di studio appare come area agricola coltivata. Non sono ancora presenti strutture industriali o artigianali oggi presenti nei pressi.



Figura 4-1. Strisciata 02/09/1944

Ottobre 1955 – Figura 4-2. L'area oggetto di studio appare come area agricola coltivata. Non sono ancora presenti strutture industriali o artigianali nei dintorni.



Figura 4-2. Strisciata 14/10/1955



Figura 4-3. Strisciata 27/06/1984



Giugno 1984 – Figura 4-3. l'area oggetto di studio appare come area agricola coltivata. Si può notare che sono già presenti a Ovest le prime strutture del Nodo Idraulico Cà emiliani - area “Rana”.

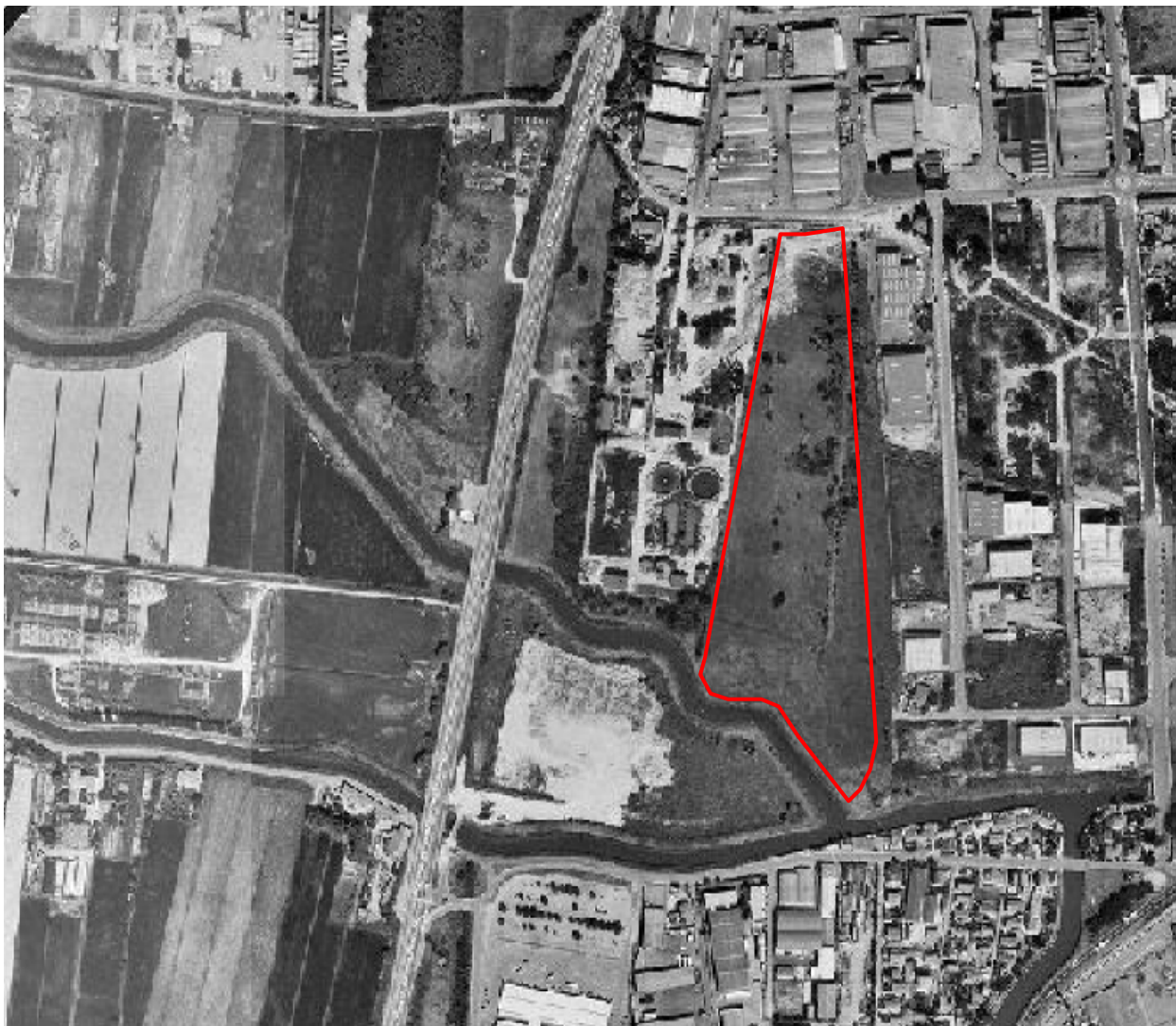


Figura 4-4. Fotopiano Marghera 1998

1998 – Figura 4-4. l'area oggetto di studio appare come area agricola incolta. Si può notare che sono presenti sia le strutture del Nodo Idraulico Cà emiliani - area “Rana”, che capannoni ad uso artigianale nelle zone Nord e Est.

2001 – Figura 4-5. l'area oggetto di studio appare come area agricola incolta. Si può notare che sono presenti sia le strutture del Nodo Idraulico Cà emiliani - area “Rana”, che i capannoni ad uso artigianale nelle zone Nord e Est. Nella zona Est è stato costruito un ulteriore capannone.

2009 – Figura 4-6. l'area oggetto di studio appare come area agricola incolta. Si nota un'ulteriore aumento dei capannoni sul lato est e in particolare si riscontra la realizzazione del cinema multisala ed un'ulteriore centro commerciale sul lato sud oltre il canale Lusore.



Figura 4-5. Fotopiano Marghera 2001



Figura 4-6. Foto Area 2008 – fonte Google Earth



## 5. INQUADRAMENTO DELL'AREA: CARATTERISTICHE AMBIENTALI

### 5.1 INTRODUZIONE

Nei successivi paragrafi viene presentato un inquadramento geolitologico, geomorfologico ed idrogeologico generale del sito oggetto di studio. Le principali informazioni sono state estratte da:

1. "Relazione geologica" e le carte allegate alla Variante Tecnica al Piano Regolatore Generale di Mestre e della "Terraferma" (Luglio 1992),
2. "Master Plan per la bonifica dei siti inquinati di Porto Marghera" (Atto Integrativo dell'Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera, approvato con D.P.C.M. del 15/11/01),
3. e da esperienze degli scriventi.

### 5.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI PORTO MARGHERA

Situata nella fascia costiera della pianura Padano-Veneta, Porto Marghera si identifica con la parte più meridionale della terraferma comunale veneziana che si affaccia alla laguna Centrale Venezia.

Dal punto di vista morfologico, Porto Marghera è sita lungo la gronda lagunare. Il territorio di gronda è uno degli elementi fondamentali dell'ecosistema lagunare nel quale uno dei fattori essenziali è il rapporto esistente fra l'idrologia superficiale, la falda freatica e le acque lagunari.

### 5.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE

#### 5.3.1 INTRODUZIONE

L'ambiente lagunare, in cui si riferisce l'area di studio, deve la sua morfologia attuale ad una lunga e complessa serie di fenomeni sia naturali che antropici iniziati ventimila anni orsono, in corrispondenza alla massima estensione della glaciazione wurmiana.

Successivamente, nel corso dei secoli l'azione combinata dei fiumi e dei mari ne modellarono la forma e, soprattutto, le caratteristiche stratigrafiche litologiche. La serie stratigrafica tipo dei sedimenti che si sono depositati sulla zona negli ultimi 18.000 anni è stata bene sintetizzata nello schema proposto da Gatto e Prevatiello qui di seguito riportata.

In Figura 5-1 si distinguono, inferiormente, sedimenti continentali pleistocenici costituiti da sabbie, limi e argille, delimitati, al tetto, da argilla sovraconsolidata, giallo bruna, nota come "caranto" che rappresenta un livello guida ad indicare la transizione alla serie sovrastante, prevalentemente lagunare, dell'Olocene. Quest'ultima è costituita da argille, prevalenti, con vegetali e torbe, e da sabbie e torbe. Il complesso lagunare olocenico ha una potenza variabile dal metro, verso la terraferma, a circa 15 m, in corrispondenza del litorale.

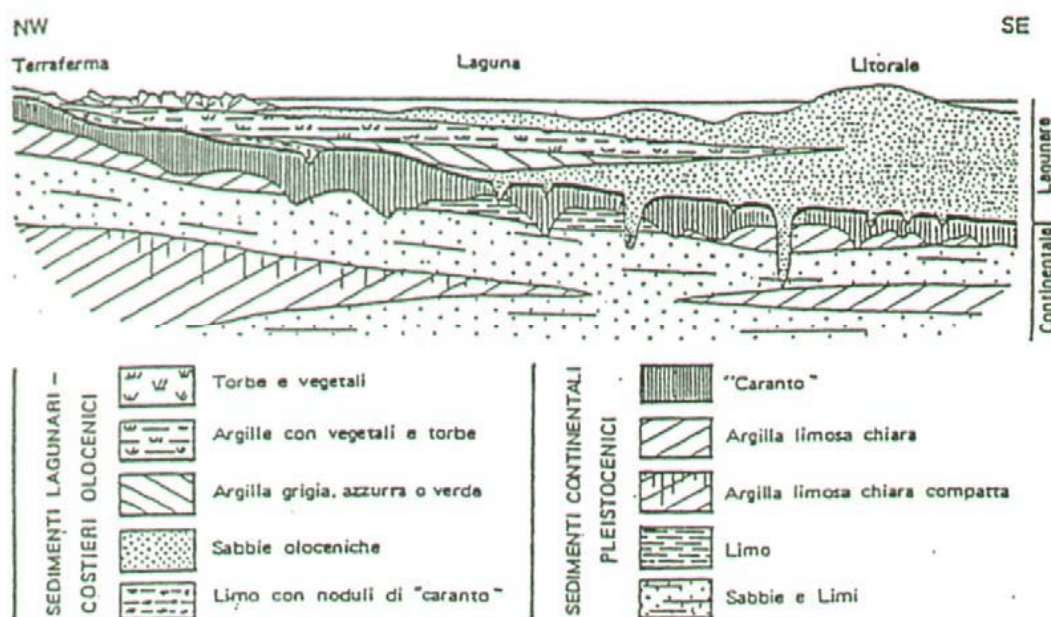


Figura 5-1. Serie stratigrafica tipo (da Gatto e Previatello, 1974)

La situazione litostratigrafica del sottosuolo lagunare e del suo bacino scolante, apparirà più chiara se collegata a quella della pianura veneta di cui essi fanno parte. La pianura veneta, delimitata a Nord dai rilievi prealpini, si suddivide in:

1. alta pianura costituita da un materasso ghiaioso grossolano, il cui spessore è dell'ordine di 300-400 m. Esso deriva dall'intersezione delle conoidi fluviali depositate dai principali corsi d'acqua al loro sbocco nella pianura. Entro questo materasso ha sede un acquifero indifferenziato molto sfruttato a scopo idropotabile. La profondità della falda diminuisce da monte a valle per affiorare nella fascia delle risorgive;
2. media e bassa pianura in cui la sequenza stratigrafica è rappresentata dall'alternarsi di litotipi sabbiosi a granulometria variabile e litotipi argilloso-limosi. In tale sistema trova posto un sistema multifalde costituito da un acquifero superiore freatico e un acquifero inferiore a falde confinate.

### 5.3.2 CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE

La seconda zona industriale è sorta negli anni '50 in gran parte su aree sottratte alla laguna mediante interrimento e comunque rialzo del piano campagna con l'impiego di rifiuti e scarti della lavorazione industriale e materiali provenienti dallo scavo dei canali. I sedimenti di origine naturale sono costituiti da litotipi a granulometria variabile tra le argille e le sabbie medie. Gli strati sono frequentemente in rapporti eteropici e con caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche variabili nelle tre dimensioni.

La successione litostratigrafica può essere schematizzata nella seguente tabella.



Tabella 5-1. La successione litostratigrafia

<i>Riporto</i>
Il riporto è costituito da materiali di origine naturale ed antropica: sedimenti dragati, rifiuti, materiali inerti, ghiaie, sabbie, laterizi ecc. La quota della superficie topografica presenta valori generalmente compresi tra 2 e 3 m s.l.m. Lo spessore del riporto può avere andamento discontinuo, ed in particolare presenta ispessimenti in corrispondenza di incisioni del livello sottostante. Lo spessore medio del riporto rilevato nella Penisola del Petrochimico è di 4 m ma con punte anche di 7-9 metri.
<i>Primo livello impermeabile</i>
E' costituito dalla sequenza barena/caranto e da altri sedimenti a granulometria fine (argille e limi), anche coevi al caranto, non sovraconsolidati.
<i>Barena</i>
Tale livello è rappresentato da limi argillosi e argille limose di colore scuro con frequenti inclusioni vegetali o livelli di torba (barena o comunque sedimenti lagunari), o in alternativa, limi argillosi grigi, sabbie grigie o gialle. Quando presenti (la loro distribuzione infatti non è continua) i materiali costituenti l'originale barena, si trovano a livello del medio mare con spessori non superiori a 1-1,5 m.
<i>Caranto</i>
E' costituito da argilla limosa nocciola molto compatta (sovraconsolidata), con inclusioni di noduli calcarei e screziature ocracee. Anche tale livello (riconosciuto come "livello guida" formatosi durante l'ultima regressione marina), non è sempre presente nel sottosuolo di Porto Marghera a causa di erosione naturale ed antropica. Il suo spessore risulta variabile da zona a zona, ma spesso non supera il metro. L'orizzonte barena-caranto, che costituisce limite impermeabile tra le acque del riporto e l'acquifero sabbioso sottostante, secondo informazioni bibliografiche e stratigrafiche risulta essere localmente assente in alcune aree di Porto Marghera. Tali discontinuità possono essere ricondotte a fasi regressive post pleistoceniche e ad eventi erosivi di tipo lagunare, oltre ad interventi dell'uomo.
<i>Primo livello sabbioso (Prima falda)</i>
Si tratta di sabbie medio-fini, sabbie fini limose e limi sabbiosi in eteropia con più o meno spessi e più o meno estesi livelli di argille e limi argillosi. Tale complesso alloggia la prima falda ed è molto variabile in spessore e profondità oltre a presentare notevole variabilità laterale dei parametri idrogeologici. Lo spessore è estremamente variabile e dall'analisi statistica risulta di 5,4 m.
<i>Secondo livello impermeabile</i>
Dall'analisi statistica dei dati delle stratigrafie che raggiungono il secondo orizzonte impermeabile, si può individuare il tetto ad una quota media di -10,5 m s.l.m. per uno spessore che denota un'ampia variabilità, da un minimo di 0,45 m fino ad un massimo di 12,8 m. La valutazione effettuata sui sondaggi distribuiti (anche se in forma non omogenea) sull'intera area industriale, ha fatto emergere la presenza di tale livello in quasi tutte le aree indagate di Porto Marghera pur tuttavia con diverse discontinuità laterali, verosimilmente in grado di costituire altrettante interconnessioni fra il primo ed il secondo acquifero.
<i>Secondo livello sabbioso (Seconda falda)</i>
Le informazioni attualmente disponibili riguardanti gli spessori e le quote del tetto del secondo acquifero non sono rappresentative per l'intera area di studio. Si ritiene utile ricordare che la profondità di progetto dei canali industriali è di -10/-12 m s.l.m.; dalle informazioni stratigrafiche attualmente disponibili il tetto della seconda falda si pone a profondità maggiori. Si ritiene tuttavia che tale aspetto, a fronte delle criticità del quadro conoscitivo attuale, debba essere oggetto di studio e di approfondimenti.

Si precisa che il primo livello di materiali a granulometria fine è comunemente caratterizzato nell'area da un livello superiore di limo argilloso, con presenza di resti vegetali, tipico di un ambiente deposizionale lagunare (barena), ed un livello sottostante di argilla grigia sovra consolidata di ambiente deposizionale continentale, nota con il nome di "caranto"

Il termine caranto ricorre spesso nelle vecchie documentazioni relative al sottosuolo lagunare per indicare un orizzonte di terreni resistenti utilizzato, secondo alcuni Autori, come appoggio per le fondazioni degli antichi edifici veneziani. Nel comprensorio veneziano comunque esso sarebbe riferito unicamente a materiali argillosi abbastanza superficiali, in genere di colore bruno giallastro, con alto grado di sovraconsolidazione.

Talvolta però altri orizzonti di argilla con analoghe caratteristiche meccaniche, che si susseguono fino ai –45 metri, vengono impropriamente chiamati con le stesso termine”. Matteotti (1962) definisce il caranto “come una tipica argilla grigio-gialla, di origine alluvionale e di potenza variabile, che, in seguito ad una prolungata emersione, subì un processo di essiccamento e si trova oggi in uno stato di precompressione.

### 5.3.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Dal punto di vista idrogeologico il modello litostratigrafico del sottosuolo di Porto Marghera, strutturato in alternanze di orizzonti a bassissima-bassa permeabilità (aquiclude-aquitardo) ed orizzonti prevalentemente sabbiosi dotati di maggiore permeabilità (acquifero), si inquadra in quello che viene definito il sistema acquifero multifalda della bassa pianura veneta. L’assetto idrogeologico può essere schematizzato nella seguente tabella.

Tabella 5-2. La successione litostratigrafia

Livelli litologici	Serie idrogeologica
Riporto	<b>“Falda” nel riporto</b>
Primo livello impermeabile (Barena/Caranto)	<b>Aquitardo-aquiclude</b>
Primo orizzonte sabbioso	<b>Prima falda</b> (Si definisce convenzionalmente con il termine “prima falda” o, più propriamente, “primo acquifero”, l’orizzonte di sabbie medio-fini, sabbie fini limose e limi sabbiosi con eteropici livelli più o meno spessi e più o meno estesi di argille e limi argillosi, con una quota media del tetto di -5,3 m s.l.m. ed uno spessore medio di circa 5 metri)
Secondo livello impermeabile	<b>Aquitardo-aquiclude</b>
Secondo orizzonte sabbioso	<b>Seconda falda</b> (Si definisce convenzionalmente con il termine “seconda falda” o, più propriamente, “secondo acquifero”, l’orizzonte costituito in prevalenza da sabbie sottostante un livello costituito da materiali a bassa permeabilità (per lo più argille e limi) presenti, anche se in forma non del tutto continua e comunque da accertare, ad una quota media di -10,5 m s.l.m. ed aventi uno spessore variabile da un minimo di 0,45 m fino ad un massimo di 12,8 m.)

La quantità ed il grado di attendibilità delle informazioni litostratigrafiche ed idrogeologiche risulta decrescere all’aumentare della profondità.

E’ importante rilevare che si riscontra una notevole variabilità litologica anche tra punti di indagine adiacenti, riconducibile ai processi naturali che li hanno generati. Già nel 1974, Gatto e Previateello osservavano che: “Il complesso sottostante il caranto rispecchia l’ambiente continentale instauratosi con il ciclo glaciale wurmiano; l’eterogeneità dei sedimenti rileva soprattutto le attività alluvionali ed erosive dei corsi d’acqua dell’antica pianura padano-adriatica e l’alternò prevalere dei loro apporti solidi.

Tuttavia i depositi immediatamente sottostanti al caranto denotano una condizione già abbastanza stabilizzata, come dimostra la coerenza litologica delle serie esaminate”. Ciò rende complesse le correlazioni geologico-stratigrafiche.

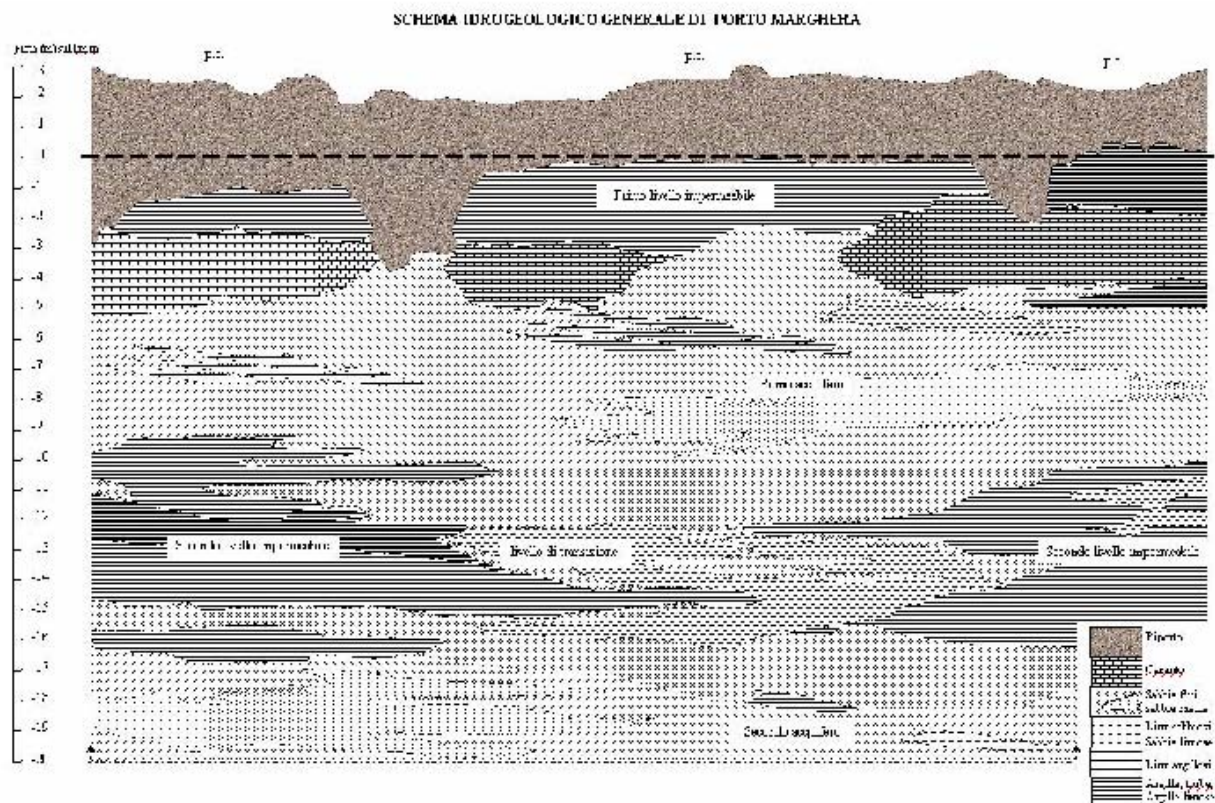


Figura 5-2. Modello idrogeologico generale di Porto Marghera.

### 5.3.4 L'ALIMENTAZIONE DEGLI ACQUIFERI

L'acquifero superiore freatico è alimentato dal flusso laterale proveniente dall'acquifero freatico indifferenziato, dall'infiltrazione delle precipitazioni (in quantità molto modesta per la scarsa permeabilità dei terreni affioranti), dal contributo dell'irrigazione e, localmente, dai corsi d'acqua.

Infine, la ricarica dell'acquifero inferiore a falde confinate è dovuta agli afflussi laterali dell'acquifero freatico indifferenziato.

Il bacino scolante nella laguna e l'area di studio rientrano nella bassa pianura dove l'acquifero che presenta maggiore interesse è quello superiore freatico, soprattutto visto nei suoi rapporti con le acque lagunari. Tale acquifero nell'area di gronda lagunare va ad interessare lo strato sabbioso sottostante il caranto, che, per le sue caratteristiche di bassa permeabilità, pone la falda freatica in una condizione di acquifero semi-confinato in pressione. Sul complesso rapporto fra questa falda e le acque salate lagunari, le conoscenze acquisite risultano tuttora piuttosto frammentarie.

Infine, poco o nulla si sa dei mutamenti indotti nei rapporti fra acque dolci freatiche e acque lagunari dagli interventi di "bonifica" delle aree sollevate dall'originaria quota della barena con il noto sistema delle casse di colmata. Le casse di colmata, denominate A, B, D, E, furono realizzate mediante la bonifica di aree lagunari con i fanghi di scavo del Canale dei Petroli al fine di ampliare la zona industriale di Porto Marghera.

### 5.3.5 PARAMETRI IDROGEOLOGICI

Le informazioni disponibili riguardanti i parametri dei tre corpi idrogeologici (“falda” nel riporto, prima e seconda falda) sono rappresentati da valori di conducibilità idraulica ( $k$ ) e trasmissività ( $T$ ), ricavate per la maggior parte da prove in foro di tipo Lefranc e da prove del tipo slug test.

Questi parametri permettono una classificazione delle caratteristiche dell’acquifero; in particolare, la conducibilità idraulica indica la capacità di un litotipo a farsi attraversare dall’acqua ed è strettamente dipendente dalle caratteristiche del mezzo. Terreni granulari quali ghiaie e sabbie presentano notoriamente valori di  $K$  più elevati ( $10^{-04} < k < 10^{-01}$  m/s) rispetto a terreni fini coesivi quali limi e argille ( $10^{-09} < k < 10^{-05}$  m/s). La trasmissività è il prodotto tra la conducibilità idraulica e lo spessore dell’acquifero. Insieme al valore del gradiente idraulico e della porosità efficace permette il calcolo della portata di una falda.

La maggior parte delle informazioni sui parametri idrogeologici riguardano il riporto e la prima falda nell’area del Petrolchimico; per la Penisola Fusina e Isola Raffinerie le informazioni disponibili riguardano quasi esclusivamente i terreni di riporto.

#### *Parametri del riporto*

Dall’analisi dei parametri idrogeologici emerge in sostanza la natura eterogenea e anisotropa dei terreni superficiali di origine antropica. Si denotano infatti valori di conducibilità idraulica molto dispersi ( $10^{-09} < k < 10^{-04}$  m/s) e valori di trasmissività medi attorno a  $10^{-06}$  m<sup>2</sup>/s.

#### *Parametri del primo acquifero*

I valori di trasmissività per questo acquifero sono compresi tra  $10^{-06} < T < 10^{-04}$  m<sup>2</sup>/s, mentre la conducibilità idraulica varia tra  $10^{-08} < k < 10^{-04}$  m/s concentrati in particolar modo su valori bassi di  $k = 10^{-08} \div 10^{-07}$  m/s. Emerge che la distribuzione areale dei valori sperimentali individua ambienti sedimentari a dinamica di posizione molto variabile. La notevole dispersione che si osserva anche nella distribuzione areale dei parametri idrogeologici rappresenta un ulteriore elemento di complessità nell’ambito della formulazione di un modello idrogeologico concettuale unitario ed omogeneo alla scala del dominio indagato.

#### *Parametri della seconda falda*

Le informazioni relative ai parametri idrogeologici di seconda falda, come già visto anche per quanto riguarda l’assetto piezometrico, sono da considerarsi insufficienti per un inquadramento anche generale del problema. Si ritiene certamente necessario un approfondimento con l’esecuzione di prove sperimentali opportunamente calibrate.

## 5.4 ASPETTI CLIMATICI

La presente descrizione del quadro climatico e delle principali forzanti naturali che insistono sull’area di Porto Marghera e sul territorio ad essa limitrofo è finalizzata ad individuare sia le condizioni meteo-climatiche sia quelle mareali in grado di influenzare la dinamica degli inquinanti.

Tali condizioni possono da un lato favorire la dispersione o il ristagno dell’inquinamento in atmosfera, dall’altro gli scambi d’acqua tra la laguna e le zone contaminate di gronda.

La documentazione utilizzata per l’elaborazione del presente paragrafo è rappresentata dal Master Plan (v. doc. 2).

### 5.4.1 PRECIPITAZIONI

La piovosità totale annuale, Figura 4.6.1/1, analizzata nel periodo 1961-1997 evidenzia una variabilità molto marcata (fra i 550 mm del 1993 e i 1100 mm del 1975).

La piovosità mensile, (Figura 4.6.1/2) oscilla tra i 60 mm e gli 80 mm con massimi in giugno ed ottobre. Per questo parametro, comunque, le deviazioni standard sono così elevate sia in relazione al range di variabilità stagionale, che al valore medio mensile, da rendere poco significativa l'identificazione di una stagionalità tipica.

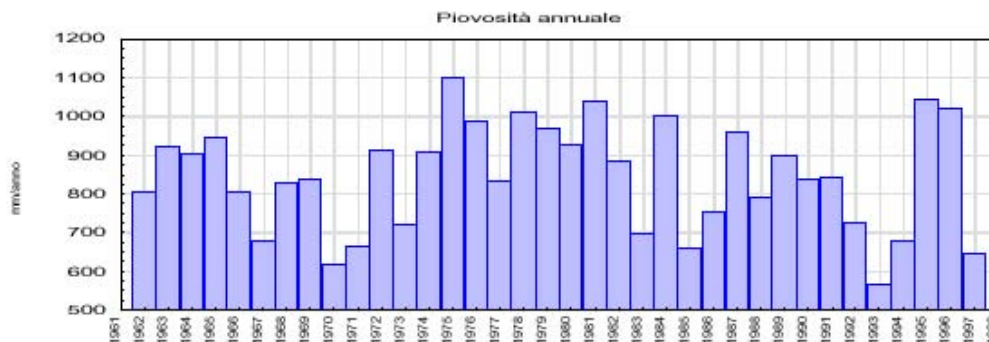


Figura 5-3. Piovosità totale annuale nel periodo 1962-1997 (dati da Servizio Meteorologico dell'Aeronautica – Aeroporto di Venezia, periodo 1962-1981 e E.Z.I.PM - Porto Marghera, periodo 1982-1997; MAV-CVN, 1998).

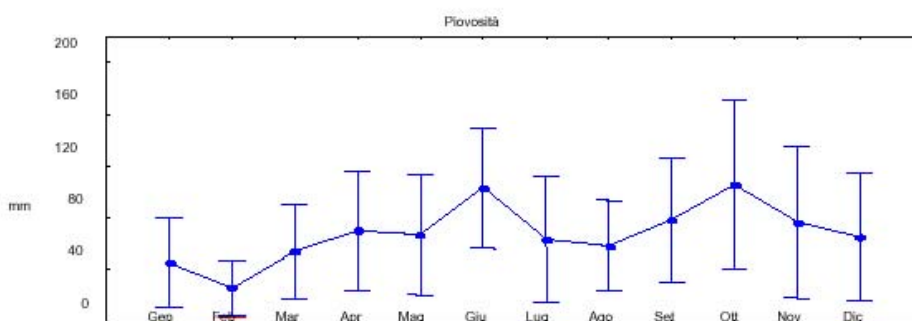


Figura 5-4. Valori medi mensili di piovosità rilevati per il periodo 1962-1999 (dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica - stazione Aeroporto di Venezia 1982-1981 e dell'Ente Zona Industriale – stazione Porto Marghera 1976-1999) (MAV-CVN, 2001b).

La distribuzione sul territorio, dal bacino scolante alla laguna, della precipitazione media cumulata annua e del numero medio di giorni piovosi è stata analizzata dal Centro Sperimentale per l'Idrologia e la Meteorologia di Teolo (CSIM, 1993) che raccoglie i dati riassuntivi di un trentennio di osservazioni (1961-1990).

Ne è risultato che il bacino scolante è relativamente più piovoso nella porzione Nord-occidentale (con livelli di precipitazione medi cumulati fra 900 e 1100 mm/anno) dove nascono e hanno gran parte del loro corso alcuni fra i maggiori tributari della laguna. I valori medi cumulati a annui per la porzione di territorio comprendente Porto Marghera si aggirano invece tra gli 800 e i 900 mm/anno.

Anche l'analisi delle massime precipitazioni annuali riconferma una tendenza alla maggior piovosità verso nord, più marcata per le piogge intense di lunga durata; si notano inoltre ampie aree a piovosità minore sulla Laguna e su Venezia in particolare rispetto all'entroterra, a sostegno dell'ipotesi che spesso

le perturbazioni, nel loro percorso Ovest-Est, scaricano o sulla terraferma o sui litorali settentrionali le loro piogge anche violente.

#### 5.4.2 VENTI

La descrizione del regime dei venti può essere effettuata su base statistica considerando periodi di osservazione di durata almeno pari a un decennio e raggruppando le misure anemometriche per classi di intensità e di direzione del vento. A tale scopo è stata utilizzata la serie temporale relativa alla stazione n. 22 dell'E.Z.I.P.M., situata nella zona industriale di Porto Marghera, (dati orari nel periodo 1975 – 1997). Le relative elaborazioni (MAV-CVN, 2000a) sono riportate nella Tabella 5-3.

I dati sono stati visualizzati nella Figura 5-5. Si evidenzia come il vento di Bora risulti sia regnante che dominante, seguito dai venti di Tramontana e Levante. Questi venti, provenienti tutti dal I° quadrante, coprono complessivamente più del 50% delle osservazioni.

Direzione da-a		Ampiezza delle classi con limiti superiori esclusi						TOTALE
		Fino a	0,50	2,00	4,00	6,00	oltre	
		0,5	2,00	4,00	6,00	12,00	12,00	
348,75	11,25		5,81	3,07	0,53	0,14	0,00	9,55
11,25	33,75		3,03	6,34	1,53	0,25	0,00	11,14
33,75	56,25		3,53	8,93	3,94	1,30	0,01	17,71
56,25	78,75		1,60	3,46	1,96	1,23	0,02	8,27
78,75	101,25		0,88	2,36	1,18	0,73	0,01	5,17
101,25	123,75		0,85	2,43	0,89	0,28	0,01	4,46
123,75	146,25		0,79	2,32	1,15	0,30	0,01	4,56
146,25	168,75		0,85	2,96	1,48	0,34	0,01	5,63
168,75	191,25		0,97	1,95	0,70	0,16	0,00	3,79
191,25	213,75		1,24	1,85	0,34	0,08	0,00	3,49
213,75	236,25		1,54	1,79	0,42	0,09	0,00	3,84
236,25	258,75		1,75	1,54	0,33	0,10	0,00	3,73
258,75	281,25		1,79	1,24	0,15	0,04	0,00	3,16
281,25	303,75		2,07	1,41	0,21	0,03	0,00	3,71
303,75	326,25		2,66	2,06	0,31	0,05	0,00	5,08
326,25	348,75		1,78	1,50	0,22	0,04	0,00	3,54
Calma		3,17						3,17
<b>Totali</b>		<b>3,17</b>	<b>31,08</b>	<b>45,22</b>	<b>15,32</b>	<b>5,13</b>	<b>0,08</b>	<b>100,00</b>

\* Dati validi 143776 su 186852 teorici pari al 76.9%

\*\* Frequenza di acquisizioni 60 min.

Tabella 5-3. Distribuzione percentuale della velocità del vento per classi di direzione ed intensità (m/s) alla stazione di Zona industriale di Porto Marghera fra il 1975 e il 1997

ROSA DEI VENTI - ANNO 1998  
campi di velocità del vento



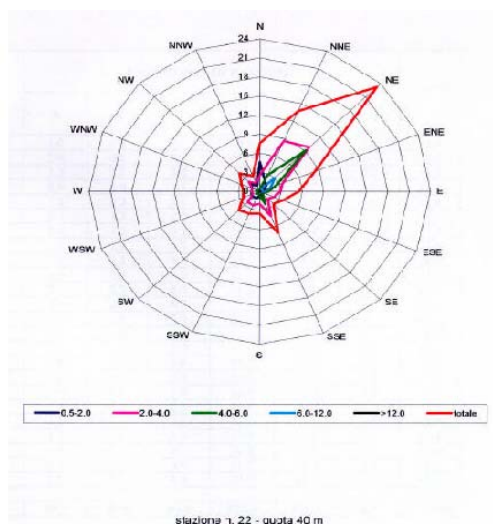


Figura 5-5. Direzione prevalente dei venti nel 1998 (fonte: EZIPM, 1999).

E' stato inoltre osservato (MAV-CVN, 2000a) un certo effetto della terraferma nell'attenuare a Porto Marghera le classi di maggiore intensità per i venti di Tramontana e Bora, rispetto all'area lagunare prospiciente il mare (come rilevato presso la Stazione di S. Nicolò, periodo 1951 – 1961, fonte MAV-CVN, 1989a). Inoltre, sebbene le classi originarie di direzione e intensità fossero leggermente differenti per le due stazioni, si è potuto rilevare l'effetto della morfologia costiera come rotazione indotta su alcuni settori di provenienza, specialmente per le classi di intensità inferiore: in particolare i venti da Est alla stazione di Lido tendono a disporsi da Nord-Est alla stazione di Porto Marghera, mentre quelli da Sud-Ovest a Porto Marghera appaiono ruotati verso Ovest al Lido. In altre parole, nello spirare sopra la laguna, aumenta la componente settentrionale per i venti orientali e aumenta la componente occidentale per i venti provenienti dal III° quadrante (MAV-CVN, 2000a).

I valori medi mensili della velocità del vento illustrati in Figura 5-6, presentano una stagionalità abbastanza ben definita. I massimi di vento si hanno intorno ad aprile e maggio, anche se le deviazioni standard assumono livelli abbastanza elevati e quindi la possibilità che vi siano anni caratterizzati da andamenti stagionali diversi, è sicuramente presente (MAV-CVN, 2001b).



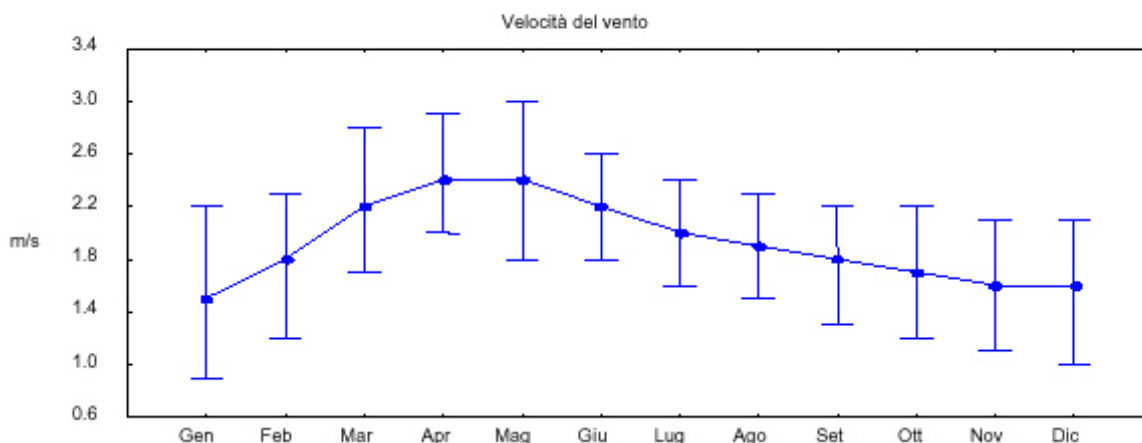


Figura 5-6. Valori medi mensili di intensità del vento rilevati per il periodo 1962-1999 (dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica - stazione Aeroporto di Venezia 1962-1981 e dell'Ente Zona Industriale – stazione Porto Marghera 1976-1999) (MAV-CVN, 2001b).

### 5.4.3 TEMPERATURA

L'evoluzione temporale della temperatura dell'aria nel periodo 1962-1997 è mostrata nella Figura 5-7 (MAV-CVN, 1998), ottenuta combinando i valori medi giornalieri forniti dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica alla stazione dell'Aeroporto di Venezia (periodo 1962-1981) con quelli forniti dall'Ente Zona Industriale Porto Marghera (periodo 1982-1997), ritenuti omogenei essendo relativi ad aree limitrofe.

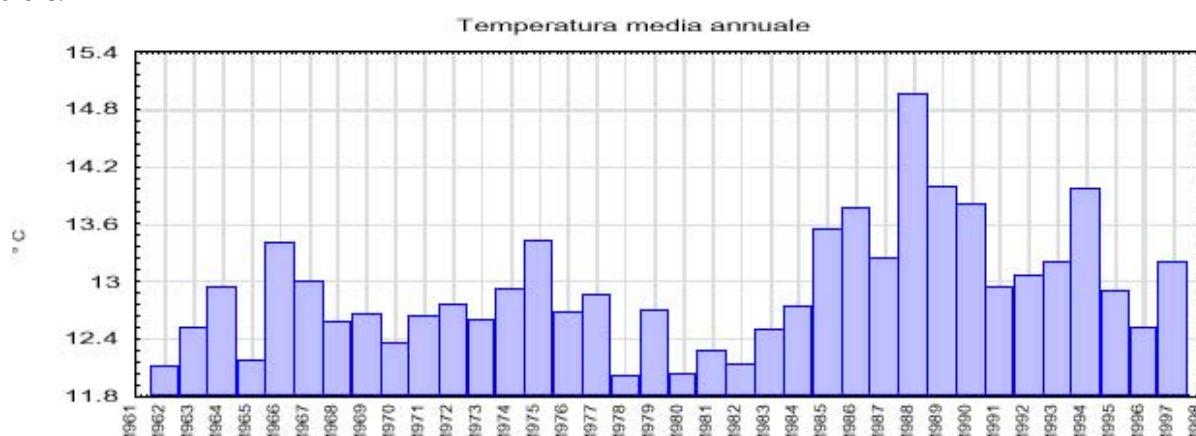


Figura 5-7. Temperatura media annuale nel periodo 1962-1997 (dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica - stazione Aeroporto di Venezia e dell'Ente Zona Industriale – stazione Porto Marghera)

La temperatura media annuale del 1985-1990 presenta valori più elevati rispetto a quella registrata negli anni precedenti, dovuti ad aumenti generalizzati per l'intero arco dell'anno (MAV-CVN, 35 1998). Tra essi spicca il 1988, che risulta l'anno mediamente più caldo del periodo 62-97, con una temperatura media di circa 15 °C, come si vede dall'esame dell'istogramma di Figura 4.6.4/1. Queste annate sono state precedute da un gruppo di anni mediamente «freddi» (80-84) che mostrano però un progressivo aumento della temperatura media. Il passaggio dagli anni 85-90 ai 91-97 è stato abbastanza brusco, con un abbassamento della temperatura media annuale di circa un grado dal 1990 al 1991, che appare dovuto prevalentemente a primavere ed estati meno calde della media. La temperatura, come facilmente immaginabile, presenta una spiccata stagionalità, con deviazioni standard delle medie mensili comunque

di qualche grado. L'evoluzione media stagionale è mostrata in Figura 5-8, in cui sono indicate anche le deviazioni standard relative ad ogni media mensile. Il mese più caldo risulta essere luglio, quello più freddo dicembre.

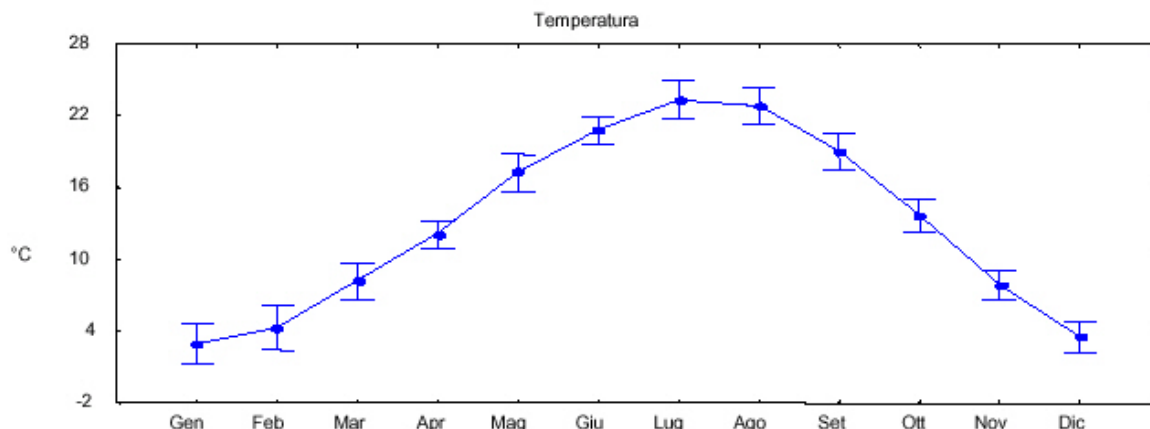


Figura 5-8. Valori medi mensili di temperatura rilevati per il periodo 1962-1999 (dati del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica - stazione Aeroporto di Venezia 1962-1981 e dell'Ente Zona Industriale – stazione Porto Marghera 1976-1991) (MAV-CVN, 2001b).

#### 5.4.4 UMIDITÀ ATMOSFERICA

L'umidità relativa (rapporto fra la quantità di vapore acqueo esistente nell'atmosfera e quella che potrebbe essere contenuta, a parità di condizioni, in situazioni di saturazione) varia annualmente attorno a 75 - 80 centesimi. Il regime della umidità atmosferica è unimodale con massimo nel periodo tardo autunnale e nella stagione invernale (valori più alti in dicembre) e minimi in quella estiva (valori più bassi in luglio).

Scostamenti da questi valori sono abbastanza frequenti: vengono infatti registrati giorni di particolare secchezza in inverno e altri di notevole umidità in estate.

#### 5.4.5 PRESSIONE ATMOSFERICA

E' l'elemento del clima che evidenzia la maggior costanza dei valori medi annuali, 1015 mb.

Naturalmente attorno alla media annua si verificano delle modeste variazioni con valori massimi in gennaio e in ottobre e minimi in aprile e novembre.

Per quanto concerne il regime della pressione atmosferica, tutto il territorio risente sia della vicinanza del mare, sia dell'effetto continentale.

## 6. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO – ATTI AMMINISTRATIVI

Il presente paragrafo illustra quanto previsto dal Piano di Caratterizzazione per l'area Cà Emiliani presentato dal comune di Venezia in data 18 dicembre 2007 e approvato con prescrizioni in sede di Conferenza dei Servizi Decisoria del 04/06/2008.

Il predetto Piano prevedeva, per l'area in oggetto, l'esecuzione di n° 2 trincee esplorative volte alla determinazione dell'assetto litostratigrafico (n° 2395 e 2535) e la realizzazione di n° 1 piezometro in seconda falda (2255) come riportato nella seguente Figura 6-1:

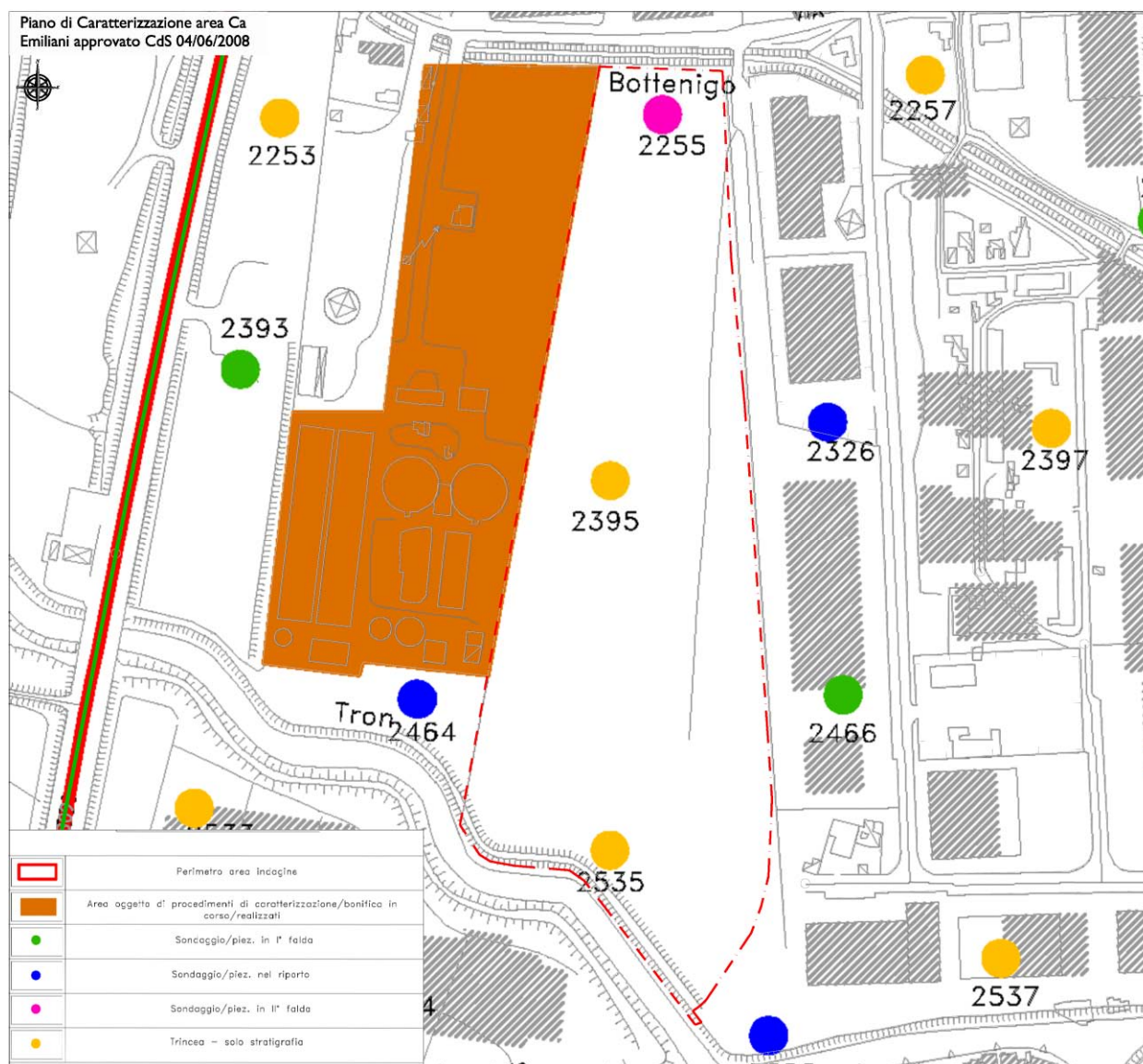


Figura 6-1. Ubicazione Punti di indagine del Piano Cà Emiliani e perimetro sito B.L.O. s.r.l.

Come detto in precedenza la presente relazione intende recepire le prescrizioni contenute nella Conferenza dei Servizi decisoria del 04/06/2008 che vengono sintetizzate nel seguito:

1. in conformità alla destinazione d'uso del sito commerciale/industriale l'area deve essere caratterizzata con maglia 50 x 50 m;
2. la caratterizzazione avverrà mediante l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo ogni 2500 m<sup>2</sup> di superficie con prelievo di campioni da sottoporre ad analisi nonché l'installazione di piezometri (eventualmente cluster) captanti le acque di impregnazione del riporto e della prima falda, ubicate in modo da ricostruire la stratigrafia dell'area e l'idrogeologia;
3. Deve essere fornita una planimetria complessiva di tutte le aree oggetto dei Piani di Caratterizzazione con indicazione dei punti di sondaggio e dei piezometri;
4. tutte le attività di caratterizzazione, campionamento ed analisi dovranno, essere svolte in conformità con i criteri previsti nel "Protocollo Operativo per la caratterizzazione dei siti contaminati ai sensi del D.Lgs. 152/06 e dell'Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera "(www.regione.veneto.it) - d'ora in poi indicato come "Protocollo Operativo (2008)" , di cui al punto I sottopunto a. dell'odg. pertanto considerando anche le seguenti precisazioni:  
i parametri PCDD/PCDF, PCB e amianto devono essere ricercati almeno nel 20% dei campioni di top soil (0 -20 cm) prelevati. Qualora il top soil non sia campionabile la ricerca dei predetti parametri dovrà essere condotta sui campioni prelevati nello strato immediatamente sottostante. Nel caso in cui venisse rilevata la presenza di tali parametri in concentrazione superiore ai limiti accettabili nei campioni superficiali, la ricerca di tali parametri dovrà essere estesa a tutti i campioni superficiali prelevati nell'area nonché ai campioni prelevati anche negli strati più profondi in corrispondenza dei punti dove si è riscontrato il superamento. Qualora il valore di concentrazione dei parametri PCDD/PCDF e PCB risulti superiore al limite normativo riferito ai suoli, tali parametri dovranno essere ricercati anche nelle acque di falda dei piezometri posti nelle vicinanze dei punti ove tale superamento è stato riscontrato;  
per quanto riguarda la filtrazione dei campioni di acqua di falda da sottoporre, ad analisi devono essere utilizzati i criteri indicati nel parere ISS prot. n. 002305 del 16/04/08, acquisito dal MATTM al prot. 9451/QdV del 21/04/08 ed allegato al presente verbale [...]  
le tecniche analitiche per la determinazione del parametro amianto devono essere, come indicato dalla normativa vigente in materia di bonifiche, diffrazione a raggi X oppure I.R. - Trasformata di Fourier;  
la metodica analitica per la ricerca del parametro cianuri si intende riferita ai cianuri totali, in attesa della definizione di una metodologia condivisa per la ricerca dei cianuri liberi, rispetto ai quali verrà determinato, ai fini della messa in sicurezza d'emergenza e della bonifica, il valore limite stabilito nel D.Lgs 152/2006;
5. [...] valori di riferimento Boro e Stagno [...];
6. [...] valori di riferimento Piombo tetraetile [...];
7. Deve essere realizzato uno studio idrogeologico in base al quale saranno realizzati i piezometri per la caratterizzazione della seconda falda evitando fenomeni di "cross contamination";
8. [...] gestione aree non intervento [...];
9. È necessario effettuare il campionamento e l'analisi degli eventuali rifiuti presenti nell'area ai fini del loro smaltimento [...];
10. [...] gestione eventuali rifiuti in conformità alla normativa vigente in materia [...];
11. [...] ubicazione sondaggi in prossimità ex-discariche [...]

12. Il cronoprogramma delle attività di caratterizzazione, comprensivo della fase di posizionamento dei sondaggi/piezometri, deve essere concordato con l'Autorità di controllo [...] per la validazione da parte dell'Ente competente (ARPAV);
13. I risultati della caratterizzazione dovranno essere trasmessi sia su supporto cartaceo che informatico;
14. Riferimenti tecnici [...]

II) con riferimento alle singole aree individuate dal Comune di Venezia devono essere rispettate le seguenti ulteriori prescrizioni:

#### **h) AREA CA' EMILIANI**

- a) nelle aree a destinazione d'uso industriale/commerciale, deve essere applicata la maglia 50x50 m;
- b) poiché l'area in oggetto è contigua alla zona industriale di Porto Marghera deve essere caratterizzata almeno con maglia 100x100 m;
- c) deve essere fornita una cartografia a scala maggiore di quella allegata;
- d) la profondità dei pozzetti esplorativi deve essere tale da interessare tutto lo strato di terreno insaturo;
- e) la lista degli analiti da ricercare nelle acque di falda deve essere integrata con tutti quelli previsti dal nuovo; "Protocollo Operativo (2008)" e pertanto con i seguenti parametri Stagno e Vanadio
- f) data la vicinanza alle discariche "Ex Discariche di via Bottenigo" e "Area Miatello" (in cui sono stati stoccati carburanti RSU e rifiuti industriali), si prescrive di ricercare nei sondaggi e piezometri limitrofi al confine ovest dell'area di indagine tutti i parametri previsti dalle tab. 1 e 2 dell'allegato 5 Titolo V Parte Quarta del D.Lgs 152/06 nonché i parametri MTBE e Piombo Tetraetile.

Nel seguito viene illustrata l'indagine ambientale che la proprietà ha eseguito nel sito in recepimento di tutte le prescrizioni sopra riportate. L'indagine, svolta in due periodi temporali distinti, ha interessato il campionamento delle matrici suolo sottosuolo prima e delle acque sotterranee poi nel rispetto della normativa vigente e in recepimento alle prescrizioni sopra descritte:

- In riferimento al numero di sondaggi infatti i 22 carotaggi eseguiti con prelievo di campioni ogni metro di terreno per i primi 4 metri di profondità rispetta l'indicazione di eseguire un sondaggio ogni 2500 m<sup>2</sup> sui 55000 m<sup>2</sup> di proprietà;
- Il protocollo analitico ricercato per la matrice terreni (cfr. Tabella 7-3) è quello previsto dal Protocollo Operativo rev. 2008 con l'aggiunta di BTEX, Nitrobenzeni, Ftalati, Ammine e Fenoli;
- i campioni di top soil prelevati e analizzati sono stati 5 su 22 pari al 22% del totale;
- nel top soil sono stati ricercati i parametri PCDD/PCDF, PCB e AMIANTO;
- sono stati realizzati n° 4 piezometri nelle acque di impregnazione del riporto e n° 4 piezometri in prima falda con campionamento di tutti i piezometri realizzati;
- Il protocollo analitico ricercato per la matrice acque sotterranee (cfr. Tabella 7-5) è quello previsto dal protocollo Operativo rev. 2008 con l'aggiunta di Cianuri Totali, nitriti, solfati, cloruri, nitrati e clorobenzeni;
- Per consentire le necessarie attività di controanalisi da parte degli Enti di controllo si è proceduto a realizzare un'ulteriore Indagine Integrativa (cfr. § 8) con realizzazione di n° 4 sondaggi ambientali di cui uno attrezzato a piezometro in seconda falda secondo quanto previsto dal Piano Cà emiliani approvato (cfr. Figura 6-1), da tali sondaggi Arpav ha prelevato in contraddittorio n° 9 campioni di terreno e n° 2 campioni di acque sotterranee.

## 7. INDAGINE AMBIENTALE ESEGUITA

Al fine di caratterizzare lo stato dell'area in esame sono stati effettuati n° 22 sondaggi geognostici per la caratterizzazione del suolo/sottosuolo e n. 8 piezometri per il campionamento delle acque sotterranee.

Le indagini sono state distribuite sulla superficie in modo omogeneo e significativo secondo una maglia regolare 50 x 50 m (cfr. Tavola 3) prevedendo almeno un sondaggio ogni 2500 m<sup>2</sup> di superficie.

### 7.1 INDAGINE SUOLI

L'indagine si è articolata secondo le seguenti fasi operative

- esecuzione di n. 22 sondaggi meccanici a carotaggio continuo (**S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22**), per la ricostruzione litostratigrafica dei terreni indagati, spinti fino alla profondità di 4,0 metri dal piano campagna;
- prelievo di n. 88 campioni semidisturbati in triplo di terreno (4 campioni di terreno per tutti i 22 punti di indagine) e di 22 campioni di top soil; conservati in appositi contenitori di vetro a chiusura ermetica
- prelievo di n. 88 campioni puntuali conservati in apposite Vials per la determinazione analitica delle componenti chimiche volatili;
- consegna al laboratorio autorizzato incaricato di eseguire le analisi di 88 campioni di Terreno, 88 Vial per i volatili e 5 campioni di Top Soil;
- rilievo topografico di precisione dei punti d'indagine.

Tabella 7-1. Dettaglio indagine ambientale

SONDAGGI	TIPO D'INDAGINE
S1	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S2	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S3	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S4	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S5	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S6	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S7	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S8	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;



S9	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S10	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S11	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S12	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S13	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S14	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S15	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S16	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S17	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S18	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S19	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S20	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S21	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;
S22	n° 1 sondaggio a 4 metri da p.c. con prelievo di n°4 campioni (uno ogni metro in triplice aliquota) + n°1 campioni top-soil in triplice aliquota;

L'esatta ubicazione dei sondaggi è riportata in Tavola 3.

I risultati ottenuti per la matrice suolo/sottosuolo ed i valori misurati trovano sintesi cartografica nelle carte e negli allegati riportati e descritti nei successivi paragrafi della presente relazione.

Di seguito si riporta una serie di fotografie che mostrano lo stato dell'area indagata durante la fase di sopralluogo e esecuzione sondaggi.



Figura 7-1. lato Nord-Est



Figura 7-2. lato Sud-Est





Figura 7-3. lato Nord-Ovest



Figura 7-4. lato Sud--Ovest



Figura 7-5. Posizionamento S1



Figura 7-6. Posizionamento S3



Figura 7-7. Posizionamento S10



Figura 7-8. Posizionamento S19

### 7.1.1 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI (INDAGINI IN SITU)

La determinazione della successione litostratigrafica superficiale, con classificazione dei litotipi e rilievo dello spessore degli strati attraversati, è stata ottenuta eseguendo i sondaggi a carotaggio continuo, spinti fino ad un massimo di 4 metri dal piano campagna.

Il carotaggio continuo dei litotipi è stato eseguito mediante l'utilizzo di due sonde "Geoprobe" a rotopercolazione, aventi una fustella, interna al carotiere. Tali sonde presentano le seguenti caratteristiche:

- |  |  |
|--|--|
| - spinta 20 tonn.;                                       | - spinta 20 tonn.;                                       |
| - martello 120 KN;                                       | - martello 120 KN;                                       |
| - frequenza 20 colpi al sec.;                            | - frequenza 20 colpi al sec.;                            |
| - tiro max. 3.200 Kg;                                    | - tiro max. 20.000 Kg;                                   |
| - fustella in PVC da 1,25 metri e 50/80 mm. di diametro; | - fustella in PVC da 1,25 metri e 50/80 mm. di diametro; |
| - sistema di estrazione: geoprobe system.                | - sistema di estrazione: geoprobe system;                |

L'estrazione del campione è avvenuta aprendo la fustella mediante una taglierina, pertanto esclusivamente a secco, in modo da evitare il dilavamento dei terreni in fase di campionamento; la percentuale di recupero rappresentativo dei litotipi attraversati è stata superiore al 90%.

Nel corso delle perforazioni sono state inoltre seguiti i seguenti accorgimenti:

- pulizia dell'impianto di perforazione prima dell'inizio del lavoro;
- rimozione di lubrificanti nelle zone filettate;
- pulizia di ogni asta prima dell'inizio del lavoro e dopo ogni manovra;
- uso di nuove fustelle prima di ogni manovra;
- pulizia di ogni strumento di misura inserito in foro e dopo inserimento;
- uso di rivestimenti o corone non verniciate.

In situ, sulle carote estratte, è stata eseguita come caratterizzazione una classificazione granulometrica speditiva dei litotipi, da parte di un geologo abilitato, presente a tempo pieno in cantiere.

Durante le operazioni di perforazione, direttamente dal corpo delle carote, sono stati prelevati a profondità prestabilite dei campioni rimaneggiati di terreno, conservati in barattoli di vetro a tenuta ermetica opportunamente etichettati.

La descrizione litostratigrafica dei terreni attraversati è stata restituita graficamente con sistema automatico su schede stratigrafiche (Allegato 1), completate con gli elementi relativi al prelievo di campioni e corredate dei seguenti dati: località di esecuzione del sondaggio, nome del cantiere, numero del sondaggio, data di inizio e di ultimazione, attrezzature di perforazione, sistema di perforazione, quote relative di prelievo dei campioni di terreno, rappresentazione stratigrafica dei litotipi attraversati alle diverse profondità.

### 7.1.2 RILIEVO TOPOGRAFICO

Il rilievo plano-altimetrico dei punti d'indagine è stato eseguito mediante tacheometro-teodolite stazione totale SOKKIA Set 530R, con le seguenti specifiche tecniche:

- apertura obiettivo 45 mm;
- risoluzione angolare 3";

- messa fuoco minima 1,3 m;
- misure angolari tramite scansione con encoder incrementale rotante fotoelettrico, con precisione 5" (1,5 mgon) (0,02 mil);
- misure di distanza tramite laser a luce modulata, diodo laser, EDM con trasmissione e ricezione coassiali, con precisione  $\pm(3 + 2 \text{ ppm} \times D)$  mm.

Le quote sono riferite ad un punto ubicato sull'inizio di Via Arduino lato Nord-Est (vedi foto 5.3).



Figura 7-9. punto di riferimento utilizzato per il rilievo

### 7.1.3 CAMPIONAMENTO DEI TERRENI

Le attività di campionamento hanno rispettato le condizioni di base, previste nel Protocollo Operativo per potere ottenere campioni che rappresentino correttamente la situazione esistente nel sito.

In particolare:

- la composizione chimica del materiale prelevato non è stata alterata a causa di surriscaldamento, di dilavamento o di contaminazione da parte di sostanze e/o attrezzature durante il campionamento;
- la profondità del prelievo nel suolo è stata determinata con la massima accuratezza possibile;
- il campione prelevato è stato conservato con tutti gli accorgimenti necessari affinché non subisca alterazioni;
- in particolare, i campioni sono stati posti immediatamente in contenitori in vetro e tenuti al buio in frigorifero da campo a 4 °C e immediatamente avviati in Laboratorio.

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. Sono state riportate eventuali evidenze visive e olfattive di inquinamento e le particolarità stratigrafiche e litologiche rilevabili nella carota estratta. Si è fotografata la carota estrusa e depositata nel recipiente prima che il materiale raccolto sia riposto per la conservazione o utilizzato per la formazione del campione; la carota è stata fotografata dal basso verso l'alto, con una scala di riferimento e un numero di catalogazione con data e n. sondaggio.

Il prelievo dei campioni è stato effettuato in maniera sistematica procedendo per quote prefissate, cioè un campione medio rappresentativo ogni metro per i primi 4 metri, oltre ad una aliquota di campionamento Top Soil; sono stati inoltre prelevati campioni puntuali per l'analisi dei componenti volatili (Purg & Trap) attraverso l'utilizzo di minicarotatori monouso il cui campione, prelevato ortogonalmente alla carota, è stato inserito immediatamente all'interno di vials con tappo e setto teflonato. Non è stato seguito il criterio stratigrafico stante l'omogeneità dei litotipi attraversati (terreno vegetale limoso argilloso e caranto) e l'assenza di evidenze di contaminazione da composti organici e assenza di depositi di rifiuti e/ materiali non naturali. Il campionamento ogni metro infine meglio si adatta alle eventuali procedure di analisi di rischio sito specifica.

Ciascun campione risulta costituito da un insieme di aliquote prelevate omogeneamente sull'intero tratto in modo da rappresentare il più fedelmente possibile la relativa porzione di terreno.

Di seguito vengono riportate in dettaglio le tecniche di prelievo utilizzate in base alla differente tipologia analitica:

#### **7.1.4 FORMAZIONE DEI CAMPIONI DI TERRENO DA AVVIARE AD ANALISI**

L'estrusione della carota è avvenuta senza utilizzo di fluidi. Dal materiale estratto da ogni posizione di sondaggio si sono prelevati dei campioni relativi a profondità prestabilite. In ogni caso, i campionamenti hanno riguardato tutti i singoli strati omogenei, non trascurando quelli evidentemente anomali. In linea generale si è prelevato un campione di terreno per ogni metro e lo strato superiore del terreno di profondità compresa tra 0,0-0,2 mt da piano campagna (top soil).

Sono stati prelevati e adeguatamente conservati due controcampioni per ogni campione prelevato:

- uno a disposizione dell'autorità competente per le verifiche richieste;
- uno per eventuali contestazioni e controanalisi, sigillato a cura del responsabile del campionamento.

Nella formazione del campione da inviare alle analisi si è tenuto conto di alcuni accorgimenti:

- si sono identificati e scartati materiali estranei che hanno potuto alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.), indicandoli opportunamente nel rapporto di campionamento;
- il campione è stato omogeneizzato per avere una distribuzione uniforme dei contaminanti;
- il campione è stato suddiviso in più parti omogenee mediante quartatura su teli in HDPE monouso.
- i contenitori sono stati completamente riempiti di campione, sigillati, etichettati e inoltrati subito al laboratorio di analisi, insieme alle note di prelevamento.
- 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.

#### **7.1.5 FORMAZIONE DEL CAMPIONE PER L'ANALISI DEI COMPONENTI VOLATILI.**

Per limitare la volatilizzazione, nella formazione del campione da predisporre per l'analisi dei composti volatili si sono ridotti i tempi di esposizione all'aria dei materiali. 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.

In accordo con il Protocollo Operativo si è utilizzato un minicarotatore monouso impiegato ortogonalmente alla carota e successivo scarico della minicarota così subcampionata in vial (fiale in vetro contenenti etanolo) con tappo con ghiera e guarnizione in silicone teflonata a chiusura ermetica. Tali vials sono stati consegnati per l'analisi senza manipolazioni ulteriori del campione, praticamente senza venire più aperte. L'analisi è stata eseguita 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 stato determinato il contenuto d'acqua, al fine di poter riferire la concentrazione dell'inquinante alla sostanza secca.

Formazione del campione per le analisi di laboratorio dei composti non volatili.

Le carote prelevate e disposte nel recipiente sono le unità che vengono utilizzate per la formazione dei campioni. La formazione del campione è stata effettuata su telo impermeabile (es. polietilene), in condizioni adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

Il materiale utile per la formazione del campione (porzione) è stato omogeneizzato sul telo monouso 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.

I campioni sono stati conservati in vasetti di vetro opportunamente decontaminati per la determinazione dei composti organici e inorganici, sigillati individualmente e contrassegnati esternamente con un codice identificativo del punto di prelievo, l'intervallo di profondità, data e ora del sondaggio e firma dell'addetto. Dopo la formazione del campione lo stesso è stato immediatamente trasferito in un contenitore mantenuto a 4° C e inviato, entro 24 h, al laboratorio.

Tabella 7-2. Riepilogativo campioni prelevati

Sondaggio	Data prelievo	CAMPIONI PUNTUALI	CAMPIONI MEDI	
		profondità da piano campagna (VIALS)	Sigla campione	Profondità di prelievo da piano campagna
S1	09/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,5 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,6 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,8 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S2	09/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,7 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,7 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,8 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S3	09/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,7 metri	C1	0,0-1,0 metri

Sondaggio	Data prelievo	CAMPIONI PUNTUALI	CAMPIONI MEDI	
		1,7 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,7 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,7 metri	C4	3,0-4,0 metri
S4	11/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S5	10/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S6	10/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,8 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,8 metri	C4	3,0-4,0 metri
S7	11/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,7 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,8 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S8	10/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S9	10/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,7 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,8 metri	C4	3,0-4,0 metri
S10	11/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S11	13/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,7 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S12	13/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S13	11/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,8 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S14	13/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri

Sondaggio	Data prelievo	CAMPIONI PUNTUALI	CAMPIONI MEDI	
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S15	12/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S16	12/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S17	12/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S18	12/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,7 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S19	12/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S20	12/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,7 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,8 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S21	13/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri
S22	12/10/2006	-	C top soil	0,0-0,2 metri
		0,9 metri	C1	0,0-1,0 metri
		1,9 metri	C2	1,0-2,0 metri
		2,9 metri	C3	2,0-3,0 metri
		3,9 metri	C4	3,0-4,0 metri

Per determinare la presenza di eventuali inquinanti nel sottosuolo i campioni sono stati consegnati al laboratorio autorizzato Programma Ambiente (PD), per le analisi chimiche (Allegato 3 e Allegato 4).

La scelta dei parametri chimici da ricercare è stata decisa in riferimento al D.Lgs 152/06 e riportata per esteso al seguente paragrafo 7.1.7. Il quadro riassuntivo delle analisi chimiche, eseguite sui campioni di terreno, è riportato in allegato .

### 7.1.6 CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI

I campioni prelevati sono stati conservati in vasetti di vetro opportunamente decontaminati per la rimozione dei composti organici e inorganici, sigillati individualmente e contrassegnati esternamente con un codice identificativo del punto di prelievo, la profondità di prelievo, data e ora di prelievo, ora del confezionamento e firma dell'addetto. Dopo la formazione del campione lo stesso è stato immediatamente trasferito in un contenitore mantenuto a 4° C e inviato al laboratorio.

### 7.1.7 ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO – TERRENI

Su tutti i campioni di terreno prelevati dai sondaggi è stata effettuata un'analisi chimica mirata alla ricerca dei parametri riportati in seguente Tabella 7-3.

Le analisi chimiche dei terreni, finalizzate ad una caratterizzazione del loro stato qualitativo rispetto agli standard normativi di riferimento, state condotte in accordo con le metodiche standard IRSACNR, UNICHIM e US EPA. I relativi certificati di analisi sono riportati nell'Allegato 5.

Di seguito viene riportato in forma di schema l'elenco delle metodologie analitiche utilizzate per ogni singolo parametro (vedi Tabella 7-3).

Tabella 7-3. Parametri ricercati nella matrice terreno e metodiche analitiche utilizzate

PARAMETRI	METODICA ANALITICA
<b>COMPOSTI INORGANICI</b>	
alluminio	IRSA/Q64/Vol.3/10
antimonio	IRSA/Q64/Vol.3/10-EPA 6020/A
arsenico	IRSA/Q64/Vol.3/10
berillio	IRSA/Q64/Vol.3/10
cadmio	IRSA/Q64/Vol.3/10
cobalto	IRSA/Q64/Vol.3/10
cromo totale	IRSA/Q64/Vol.3/10
cromo esavalente	IRSA/Q64/Vol.3/16
manganese	IRSA/Q64/Vol.3/10
mercurio	IRSA/Q64/Vol.3/10
nichel	IRSA/Q64/Vol.3/10
piombo	IRSA/Q64/Vol.3/10
rame	IRSA/Q64/Vol.3/10
selenio	IRSA/Q64/Vol.3/10
stagno	IRSA/Q64/Vol.3/10
tallio	IRSA/Q64/Vol.3/app.2-EPA 6020/A
vanadio	IRSA/Q64/Vol.3/10
zinco	IRSA/Q64/Vol.3/10
cianuri (liberi)	IRSA/Q64/Vol.3/17
fluoruri	IRSA/Q64/Vol.3/14 mod.
<b>COMPOSTI AROMATICI</b>	
benzene	EPA8260B/96
etilbenzene	EPA8260B/96
stirene	EPA8260B/96
toluene	EPA8260B/96
xilene	EPA8260B/96



sommatoria organici aromatici	
<b>COMPOSTI AROMATICI POLICLICI</b>	
<b>PARAMETRI</b>	<b>METODICA ANALITICA</b>
benzo(a)antracene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
benzo(a)pirene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
benzo(b)fluorantene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
benzo(k)fluorantene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
benzo(g,h,i)perilene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
crisene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
dibenzo(a,e)pirene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
dibenzo(a,l)pirene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
dibenzo(a,i)pirene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
dibenzo(a,h)pirene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
dibenzo(a,h)antracene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
indenopirene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
pirene	IRSA/Q64/Vol.3/25 mod.
sommatoria IPA	
<b>ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</b>	
monoclorometano	EPA8260B/96
diclorometano	EPA8260B/96
triclorometano	EPA8260B/96
cloruro di vinile	EPA8260B/96
1,2-dicloroetano	EPA8260B/96
1,1-dicloroetilene	EPA8260B/96
tricloroetilene	EPA8260B/96
tetracloroetilene	EPA8260B/96
<b>ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>	
1,1-dicloroetano	EPA8260B/96
1,2-dicloroetilene	EPA8260B/96
1,1,1-tricloroetano	EPA8260B/96
1,2-dicloropropano	EPA8260B/96
1,1,2-tricloroetano	EPA8260B/96
1,2,3-tricloropropano	EPA8260B/96
1,1,2,2-tetracloroetano	EPA8260B/96
<b>ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</b>	
tribromometano	EPA8260B/96
1,2-dibromoetano	EPA8260B/96
dibromoclorometano	EPA8260B/96
bromodiclorometano	EPA8260B/96
<b>NITROBENZENI</b>	
nitrobenzene	EPA8270/D-98
1,2-dinitrobenzene	EPA8270/D-98
1,3-dinitrobenzene	EPA8270/D-98
cloronitrobenzeni	EPA8270/D-98
<b>CLOROBENZENI</b>	
monoclorobenzene	EPA8260/B
1,2-diclorobenzene	EPA8260/B
1,4-diclorobenzene	EPA8260/B
1,2,4-triclorobenzene	EPA8260/B
1,2,4,5-tetraclorobenzene	EPA8270/D-98
pentaclorobenzene	EPA8270/D-98

esaclorobenzene	EPA8270/D-98
<b>FENOLI NON CLORURATI</b>	
metilfenolo (o-,m-,p-)	EPA8040
fenolo	EPA8040
<b>FENOLI CLORURATI</b>	
2-clorofenolo	EPA8120
2,4-diclorofenolo	EPA8120
2,4,6-triclorofenolo	EPA8120
pentaclorofenolo	EPA8120
<b>AMMINE AROMATICHE</b>	
anilina	EPA8270/D-98
o-anisidina	EPA8270/D-98
m,p-anisidina	EPA8270/D-98
difenilamina	EPA8270/D-98
p-toluidina	EPA8270/D-98
sommatoria ammine aromatiche	EPA8270/D-98
<b>IDROCARBURI</b>	
idrocarburi leggeri (C <sub>≤</sub> 12)	EPA8015D/2003
idrocarburi pesanti (C <sub>&gt;</sub> 12)	EPA8015D/2003
<b>DIOSSINE E FURANI</b>	
sommatoria PCDD,PCDF*	EPA1613B/94
Policlorobifenili*	IRSA/Q64/Vol.3/24B
<b>ALTRE SOSTANZE</b>	
esteri dell'acido ftalico	EPA8270/D-98
amianto (fibre libere)*	IRSA/Q64/APP.III mod.

\* analiti ricercati solo nel top soil

## 7.1 INDAGINI ACQUE SOTTERRANEE

Al fine di fornire un inquadramento completo dal punto di vista ambientale si è reso necessario provvedere al prelievo di campioni di acque sotterranee dagli acquiferi insistenti nei terreni del sito in oggetto.

A tal proposito sono stati terebrati, nel gennaio 2011, n° 8 piezometri disposti come riportato in Tavola 4. Si è proceduto, all'esecuzione di un ciclo di indagini volte a fornire una visione completa della situazione relativa al comparto acque sotterranee. Nei seguenti paragrafi verranno descritte le modalità esecutive, le principali caratteristiche tecniche dei piezometri installati, le modalità di campionamento delle acque sotterranee e gli analiti ricercati tramite analisi di laboratorio.

I piezometri installati sono stati realizzati con batterie di tubi in HDPE del diametro di 4 pollici, giuntati in forma solidale e parzialmente finestrati in corrispondenza dell'acquifero da intercettare.

In corrispondenza dei tratti fessurati è stato posto in opera un filtro drenante in ghiaino, mentre i tratti ciechi sono stati sigillati tramite l'utilizzo di argilla bentonitica.

Una volta completate le operazioni di posa in opera delle tubazioni piezometriche e della cementazione, i piezometri sono stati lasciati a riposo per almeno 24 h, per consentire un adeguato consolidamento della cementazione ed evitare il dilavamento della miscela stessa durante le successive

operazioni di spurgo. In Allegato 5 sono riportate per completezza le schede tecniche relative ad ogni singolo piezometro e contenenti le seguenti informazioni:

1. Sigla del piezometro;
2. Denominazione del cantiere;
3. Ubicazione georeferenziata del piezometro.
4. Quota assoluta della bocca pozzo.
5. Materiale, diametro interno ed esterno del tubo piezometrico;
6. Intervallo del tratto fessurato della tubazione piezometrica;
7. Fotografie panoramiche e di dettaglio.

In Allegato 6 vengono proposte le stratigrafie relative ai piezometri realizzati; trattasi dei piezometri le cui caratteristiche costruttive vengono riepilogate nella seguente tabella:

Tabella 7-4. Riepilogativo piezometri

PIEZOMETRO	PROFONDITA'	FENESTRATURA	SONDAGGIO
P1	4.0 m da p.c.	1.0 ÷ 4.0 m da p.c.	S1
P2	10.0 m da p.c.	4.0 ÷ 10.0 m da p.c.	S2
P3	10.0 m da p.c.	4.0 ÷ 10.0 m da p.c.	S4
P4	4.0 m da p.c.	1.0 ÷ 4.0 m da p.c.	S9
P5	10.0 m da p.c.	4.0 ÷ 10.0 m da p.c.	S12
P6	4.0 m da p.c.	1.0 ÷ 4.0 m da p.c.	S13
P7	10.0 m da p.c.	4.0 ÷ 10.0 m da p.c.	S16
P8	4.0 m da p.c.	1.0 ÷ 4.0 m da p.c.	S18

### 7.1.1 CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE

Si è proceduto all'esecuzione di un ciclo di campionamento delle acque sotterranee.

I prelievi di cui sopra sono stati realizzati in conformità al “Protocollo Operativo” rev. gennaio 2008; il campionamento è stato preceduto da idoneo spurgo dei piezometri e monitoraggio in continuo con sonda multiparametrica fino a stabilizzazione dei principali parametri fisico chimici.

Completate le operazioni di spurgo si è lasciato il piezometro a riposo fino a completa ricarica e si è proceduto con l'estrazione, tramite pompa sommersa a basso flusso, di un quantitativo d'acqua idoneo a riempire n. 1 bottiglia di vetro ambrato da 5 lt, n.1 contenitore in plastica da 2 lt e n.2 Vials. L'aliquota metalli è stata microfiltrata in campo con siringhe montanti filtri a 0,45 µm.

Al termine di ogni prelievo si è proceduto all'etichettatura di ciascun campione, raccolto nell'idoneo contenitore (secondo i metodi IRSA-CNR, Volume 64/85) riportando l'indicazione del pozzo di monitoraggio e data del prelievo.

Durante il trasporto al laboratorio e in attesa dello svolgimento delle analisi, i campioni sono stati conservati al buio, alla temperatura di 4 °C. I campioni sono stati analizzati dal laboratorio (accreditato SINAL) “Programma Ambiente” di Padova.

I risultati delle indagini sono riportati in paragrafo 9.5; i relativi Rapporti di Prova sono consultabili all'Allegato 6.

### 7.1.2 ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO – ACQUE SOTTERRANEE

Nel presente paragrafo sono riportati i parametri ricercati nella campagna di analisi chimiche del gennaio 2011 sulle acque sotterranee:

Tabella 7-5. Parametri ricercati nella matrice acque e metodiche analitiche utilizzate

PARAMETRI		METODICA ANALITICA
<b>Metalli</b>	alluminio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	antimonio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	argento	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	arsenico	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	berillio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	cadmio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	cobalto	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	cromo totale	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	cromo esavalente	APAT-IRSA 3150/C - man.29/2003
	ferro	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	mercurio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	nichel	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	piombo	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	rame	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	selenio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	manganese	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	tallio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	zinco	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	stagno	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
	vanadio	EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007
<b>Inquinanti inorganici</b>	cianuri (liberi)	APAT-IRSA 4070 - Man. 29/2003
	Cianuri Totali	APAT-IRSA 4070 - Man. 29/2003
	fluoruri	APAT-IRSA 4020 - Man. 29/2003
	nitriti	APAT-IRSA 4050 - Man. 29/2003
	solfati	APAT-IRSA 4020 - Man. 29/2003
	cloruri	APAT-IRSA 4020 - Man. 29/2003
<b>Composti organici aromatici</b>	benzene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260C 2006
	etilbenzene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260C 2006
	stirene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260C 2006
	toluene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260C 2006
	para-xilene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260C 2006
<b>Policiclici aromatici</b>	benzo(a)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
	benzo(a)pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
	benzo(b)fluorantene	EPA 5030C 2003 +EPA 8260C 2006
	benzo(k)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
	benzo(g,h,i)perilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
	crisene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
	dibenzo(a,h)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
	indeno (1,2,3-c,d) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
	pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
	sommatoria IPA	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007
<b>Alifatici clorurati</b>	clorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006



<b>cancerogeni</b>	triclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	cloruro di vinile	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	1,2-dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	1,1-dicloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	tricloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	tetracloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	esaclorobutadiene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	sommatoria organoalogenati	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
<b>Alifatici clorurati non cancerogeni</b>	1,1-dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	1,2-dicloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	1,2-dicloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	1,1,2-tricloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	1,2,3-tricloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	1,1,2,2-tetracloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
<b>Alifatici alogenati cancerogeni</b>	tribromometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	1,2-dibromoetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	dibromoclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
	bromodiclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
<b>Clorobenzeni</b>	monoclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260 C 2006
	1,2-diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260 C 2006
	1,4-diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260 C 2006
	1,2,4-triclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260 C 2006
	1,2,4,5-tetraclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8270D 2007
	pentaclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8270D 2007
	esaclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8270D 2007
<b>Altri parametri</b>	idrocarburi totali (come n-esano)	EPA 8015D 2003 + EPA 3510C 1996
	Azoto ammoniacale	APAT-IRSA 4030/A1 - Man. 29/2003
	Potenziale Redox	Standard Methods 2580 -19 ED mod
	Conducibilità	APAT-IRSA 2030 - Man. 29/2003
	Ph	APAT-IRSA 2060 - man.29/2003

## 8. INDAGINE INTEGRATIVA

Al fine di consentire le necessarie attività di verifica da parte degli Enti di controllo sulle attività di caratterizzazione relative al sito in oggetto e Ambiente s.r.l. ha trasmesso per conto della proprietà delle aree una proposta di integrazione delle indagini ambientali fin qui svolte al fine di completare l'attività di caratterizzazione ambientale dei luoghi.

In data 24.05.2011 veniva trasmesso ad Arpav, Regione del Veneto, Provincia di Venezia e Comune di Venezia il documento: *Piano di Caratterizzazione area B.L.O. s.r.l. - Stralcio Esecutivo del Piano di Caratterizzazione Cà Emiliani Macroisola Aree Agricole - via Arduino, Marghera (VE)* il quale viene ripreso quasi per intero nel presente elaborato.

In tale documento venivano illustrate tutte le attività di indagine ambientale svolte nel sito negli anni precedenti comprensive dei relativi risultati e, al capitolo 7, veniva proposta l'Indagine Integrativa di cui al presente capitolo.

Tale Indagine Integrativa veniva proposta al fine di adeguare quanto fin qui svolto ai contenuti dei documenti e degli atti amministrativi approvati e prevedeva la realizzazione di ulteriori indagini con particolare riferimento alle indagini previste dal Piano "Cà Emiliani" approvato nel 2008.

### 8.1 SOPRALLUOGO CONGIUNTO CON ENTI

Al fine di consentire le necessarie attività di verifica da parte degli Enti di controllo sulle attività di caratterizzazione relative al sito in oggetto si è proceduto in data 21 aprile ore 12:00 alla verificata dell'ubicazione dei punti di indagine proposti da B.L.O. s.r.l. di cui alla planimetria trasmessa in data 08/04/2011 e acquisita da Arpav al protocollo 44219 del 11 aprile 2011 e di seguito riportata

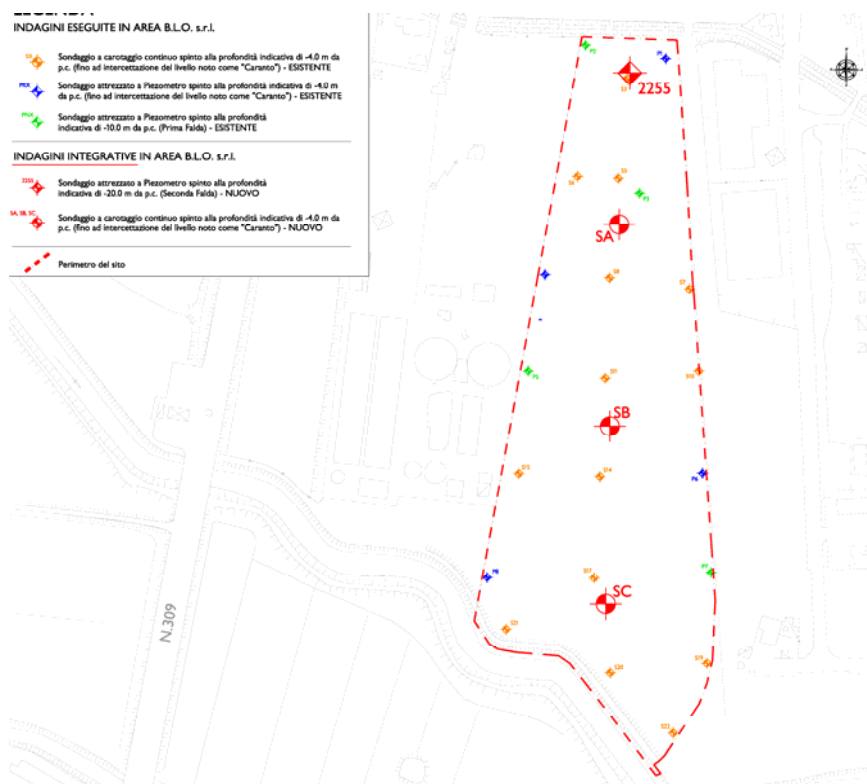


Figura 8-1. Planimetria ubicazione indagini integrative in contraddittorio

Al sopralluogo erano presenti tecnici di Arpav, Provincia di Venezia e Regione Veneto per le dovute attività di controllo; è stata verificata la corretta ubicazione dei punti anche in riferimento al Piano di Caratterizzazione Cà Emiliani Macroisola Aree Agricole approvato in CdS del 04.06.2008, sono stati individuati i piezometri che sarebbero stati in seguito campionati in contraddittorio e si è verificato il numero complessivo di campioni di terreno e di top soil da prelevare in contraddittorio per le dovute controanalisi di verifica.

## 8.2 PROTOCOLLO OPERATIVO INDAGINE INTEGRATIVA

Tutte le indicazioni emerse in fase di sopralluogo e in sede di verifica della documentazione fin qui prodotta da B.L.O. s.r.l. sono state inserite in seguito nel Protocollo operativo per l'esecuzione d'indagini ambientali sottoscritto da B.L.O. s.r.l. in data 12.05.2011. il predetto Protocollo, riportato per esteso in Allegato 10 prevede che l'indagine integrativa contempli l'esecuzione di n 4 sondaggi a c.c., da cui si otterranno circa n. 20 campioni di terreno. ARPAV analizzerà in contraddittorio almeno n. 8 campioni di terreno.

L'Indagine Integrativa prevede inoltre il realizzo di n 1 piezometro captante la seconda falda. Si prevede che da parte di ARPAV siano effettuate almeno n. 2 analisi in contraddittorio delle acque captate.

L'Indagine Integrativa prevede la ricerca di PCDD/PCDF, PCB e amianto su n. 1 campioni di top soil. ARPAV analizzerà in contraddittorio n. 1 campione di top soil per la ricerca di PCDD/PCDF e amianto.

Come concordato con Arpav e in continuità con quanto fin qui eseguito, il laboratorio incaricato di eseguire le analisi chimiche è il laboratorio Eurofins Programma ambiente che viene invitato a coordinare le proprie metodiche con il laboratorio di controllo Arpav.

### 8.2.1 METODICHE OPERATIVE DI CAMPO

In conformità con quanto previsto dal *Protocollo Operativo per la caratterizzazione dei siti ai sensi del d. lgs. 152/06 e dell'Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera, revisione gennaio 2008*, gli esili analitici saranno svolti ed espressi in conformità al D.Lgs. 152/2006. Le determinazioni analitiche in laboratorio, quindi, saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm e la concentrazione sarà riferita alla totalità dei materiali secchi, comprensivi anche dello scheletro e privi della frazione maggiore di 2 cm.

Per il campionamento dei composti volatili si è concordato di utilizzare una metodica tale da assicurarne la significatività; metodo EPA 5035, ASTM D4547-06 o equivalenti (prelievi puntuali con minicarotatori, vials prepesato con 10 mg di motanolo, ecc.).

Il campionamento dei composti non volatili sarà eseguito seguendo il Protocollo, ossia con omogeneizzazione e quartatura del suolo prelevato dalla carota secondo stratigrafia omogenea non superiore a 1 metro.

Di seguito si riporta il protocollo analitico concordato con Arpav e indicato dal Protocollo Operativo per Porto Marghera – rev. 2008 completo delle relative metodiche analitiche.

Tabella 8-1. Protocollo analitico terreni – Indagine Integrativa

PARAMETRO	METODICA
<b>COMPOSTI INORGANICI</b>	
Boro (mgB/kg ss)	M.U. 982:1995
Antimonio (mgSb/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Arsenico (mgAs/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Berillio (mgBe/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Cadmio (mgCd/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Cobalto (mgCo/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Cromo totale (mgCr/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Cromo esavalente (mgCr/kg ss)	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A/92
Mercurio (mgHg/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Nichel (mgNi/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Piombo (mgPb/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Rame (mgCu/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Selenio (mgSe/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Stagno (mgSn/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Tallio (mgTl/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Vanadio (mgV/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Zinco (mgZn/kg ss)	EPA 3050 B 1996 + EPA 6010 C 2007
Cianuri (liberi) (mgCN/kg ss)	CNR IRSA 17 Q 64 Vol 3 1985
Fluoruri (solubili in acqua) (mgF/kg ss)	IRSA/Q64/Vol.3/14 mod.
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>	
Benzene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Etilbenzene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Stirene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Toluene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Xilene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Somma Org. Aromatici (da 20 a 23) (mg/Kgss)	sommatoria
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>	
Benzo(a)antracene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Benzo(a)pirene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Benzo(b)fluorantene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Benzo(k)fluorantene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Benzo(g,h,i)perilene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Crisene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Dibenzo(a,e)pirene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Dibenzo(a,l)pirene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Dibenzo(a,i)pirene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Dibenzo(a,h)pirene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Dibenzo(a,h)antracene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Indeno(1,2,3-c,d)pirene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Pirene (mg/Kgss)	EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 2007
Somma Polic. Aromatici (da 25 a 37) (mg/Kgss)	sommatoria
<b>ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</b>	
Clorometano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Diclorometano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006



Triclorometano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Cloruro di vinile (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,2-dicloroetano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,1-dicloroetilene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Tricloroetilene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Tetracloroetilene (PCE) (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
<b>ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>	
1,1-dicloroetano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,2-dicloroetilene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,1,1-tricloroetano (mg/kg ss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,2-dicloropropano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,1,2-tricloroetano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,2,3-tricloropropano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,1,2,2-tetracloroetano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
<b>ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</b>	
Tribromometano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,2-dibromoetano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Dibromoclorometano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
Bromodichlorometano (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
<b>CLOROBENZENI</b>	
Monoclorobenzene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,2-diclorobenzene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,4-diclorobenzene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,2,4-triclorobenzene (mg/Kgss)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006
1,2,4,5-tetraclorobenzene (mg/Kgss)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Pentaclorobenzene (mg/Kgss)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Esaclorobenzene (mg/Kgss)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
<b>FITOFARMACI</b>	
2,4 DDD (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
2,4 DDE (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
2,4 DDT (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
4,4 DDD (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
4,4 DDE (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
4,4 DDT (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
Alaclor (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
Aldrin (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
Alfa esacloroetano (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
Atrazina (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
Beta esacloroetano (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
Gamma esacloroetano (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
Clordano (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
Dieldrin (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
Endrin (mg/kg ss)	EPA 3550B 1966 EPA 8270D 1998
<b>IDROCARBURI</b>	
Idrocarburi leggeri (C=<12) (mg/Kgss)	EPA 5035B 2003 + EPA 8015C 2007
Idrocarburi pesanti (C>12) (mg/Kgss)	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007
<b>ALTRI PARAMETRI</b>	
Residuo a 105 °C (%)	IRSA/Q64/Vol.2/2
CARBONIO ORGANICO (% C ss)	D.M. 13.9.1999 GU n. 248 21/10/1999 Met. VII.7
Frazione Carbonio organico (% C ss)	D.M. 13.9.1999 GU n. 248 21/10/1999 Met. VII.7
Frazione granulometrica > 2 mm (% ss)	DM 13.09.1999 GU n. 248 21.10.1999 Met. II.1

Per il campionamento dell'acqua di falda si è deciso di procedere tramite spurgo e prelievo a basso flusso (portata tipica 0.1~0.5 l/min. comunque sempre < 1 l/min) con contestuale presenza di sonda multiparametrica al fine di controllare i valori di pH, conducibilità, temperatura, ecc, e torbidimetro.

Tali valori andranno riportati nel verbale di campionamento.

In relazione alla sola aliquota per i metalli pesanti:

- si è convenuto di procedere al prelievo dei campioni previa misurazione In campo della torbidità;
- Indipendentemente dal valore di torbidità misurato, è necessario prelevare i campioni di acqua previa filtrazione in campo a 0,45 µm;
- i campioni dovranno essere acidificati in campo al 0,5% in volume, nel più breve tempo possibile, impiegando una quantità di acido nitrico al 65%. I campioni di acqua prelevati per l'analisi dei metalli In contraddittorio saranno acidificati in campo a cura del laboratorio della ditta e sotto supervisione dei tecnici ARPAV. Al fine di evitare inquinamenti dovuti alla diversa purezza dell'acido nitrico, durante l'incontro si è concordato di acidificare i campioni sempre con l'acido impiegato dal laboratorio della ditta;
- relativamente alla ricerca dell'analita Cromo VI. le analisi devono essere effettuate sull'aliquota tal quale, senza, cioè, filtrazione e acidificazione In campo.

Per la determinazione del cianuri. l'aliquota tal quale dovrà essere posta in una bottiglia di plastica stabilizzata con 1.5 ml/l di NaOH al 50%.

Le metodiche analitiche utilizzate per il comparto acque sotterranee seguono quanto riportato nella precedente Tabella 7-5 integrate con la ricerca dei Fitofarmaci.

## 9. RISULTATI DELL'INDAGINE AMBIENTALE

Dalle indagini eseguite si evidenzia un inquadramento dell'area in esame dal punto di vista litostratigrafico ed idrogeologico così descritto nei successivi paragrafi.

### 9.1 CARATTERI STRATIGRAFICI SITOSPECIFICI

La sequenza stratigrafica sito specifica è stata desunta dall'esame dei rapporti stratigrafici redatti in fase di perforazione. Una ricostruzione grafica del profilo geologico del sito è riportata in Tavola 5.

La successione stratigrafica può essere riassunta come di seguito:

- Strato di terreno superficiale compreso tra 0,0÷1,0 metri dal piano campagna costituito in parte da terreno vegetale ed in parte da materiale eterogeneo costituito da inerti e ghiaie con spessori fino a 0,5 metri;
- Strato di terreno compreso tra 1,0÷4,0 metri dal piano campagna costituito da terreni prevalentemente argillosi o limo-argillosi, con locali orizzonti di sabbie color nocciola di spessore variabile da circa 1,0 m (cfr. ad es. sondaggi S5, S6, S8, S10, S11, S20) a pochi centimetri (cfr. sondaggio S4);
- Strato di terreno compreso tra 4,0÷10,0 metri dal piano campagna costituito terreni prevalentemente argillosi o limo-argillosi, con locali orizzonti limo-sabbiosi e sabbioso-limosi dalla colorazione grigia.

La zona satura nello strato di riporto è costituita principalmente dai livelli sabbiosi presenti a profondità variabile tra 1,0÷3,0 metri dal piano campagna, come viene evidenziato nella sezione stratigrafica A-A' riportata nella Tavola 5.

La prima falda, sottostante al primo livello di argilla e caranto a bassa permeabilità, è costituita da un livello a granulometrie limo-sabbiose e sabbioso-limose dalla colorazione grigia che non si riscontrano con continuità su tutta l'area indagata è che si assesta tra i 5,0÷7,0 metri dal piano campagna come si evince nelle sezioni stratigrafiche B-B' e C-C' riportate nella Tavola 5.

### 9.2 CARATTERI IDROGEOLOGICI SITOSPECIFICI

Nel presente paragrafo vengono riportate le caratteristiche ambientali del sito oggetto di studio; tali valutazioni sono state elaborate attraverso i dati ottenuti dalla campagna di indagini effettuata nell'agosto 2011.

Dall'analisi idrogeologica e dalle risultanze dei sondaggi geognostici è stato possibile ricostruire un modello idrogeologico puntuale dell'area in esame, in riferimento sia alla falda superficiale che alla Prima Falda. Nell'area in esame non si definisce la falda più superficiale come falda in riporto, in quanto dalle analisi litostratigrafiche effettuate non sono risultate evidenti ed estese zone caratterizzate da materiali di riporto, ma quasi esclusivamente successioni stratigrafiche di origine naturale.

Al termine delle operazioni di cantiere sono state effettuate le misure del livello statico della falda freatica direttamente all'interno dei piezometri; il valore della profondità della superficie freatica risulta mediamente fra  $-1,3 \div -1,9$  metri di profondità dal piano campagna. Per la creazione di un modello idrogeologico puntuale si è provveduto al rilevamento di precisione mediante tacheometro-teodolite delle quote dei punti di perforazione e del livello statico all'interno dei piezometri: tutte le quote sono state riferite ad una quota di riferimento ubicata all'inizio di Via Arduino e successivamente al livello del medio mare.

Per avere un quadro reale della morfologia freatica è stato effettuato uno spurgo completo dei piezometri seguito da una fase di riposo per il riequilibrio idrodinamico della falda.

Successivamente sono stati misurati i seguenti valori:

Tabella 9-1. Campagna piezometrica del 19/10/2011 – Falda Superficiale

Piezometro	Coord. GAUSS - BOAGA		Quota b.p. (m s.m.m)	Quota p.c. (m s.m.m)	Soggiacenza da b.p. (m s.m.m)	Quota falda (m s.m.m)
	EST	NORD				
P1	2302153.74	5038008.79	1.719	1.298	1.9	-0.181
P4	2302069.05	5037856.99	1.373	0.921	1.89	-0.517
P6	2302181.88	5037718.16	1.539	1.042	1.32	0.219
P8	2302028.42	5037643.80	1.556	1.16	1.68	-0.124

b.p.: bocca pozzo  
p.r.: piano di riferimento  
p.c.: piano campagna

Tabella 9-2. Campagna piezometrica del 19/10/2011 – Prima Falda

Piezometro	Coord. GAUSS - BOAGA		Quota b.p. da p.r. (m s.m.m)	Quota p.c. da p.r. (m s.m.m)	Soggiacenza da b.p. (m s.m.m)	Quota falda da p.r. (m s.m.m)
	EST	NORD				
P2	2302095.3	5038022.1	1.528	1.277	1.241	0.287
P3	2302135.4	5037914.3	1.333	0.861	1.038	0.295
P5	2302057.3	5037789.2	1.283	0.819	1.221	0.062
P7	2302185.5	5037647.3	1.498	1.051	1.148	0.350

b.p.: bocca pozzo  
p.r.: piano di riferimento  
p.c.: piano campagna

Dall'esame della "Carta delle isofreatiche falda superficiale" (Tavola 8 e Figura 9-1) si osserva che, in linea generale, la direzione di deflusso preferenziale delle acque della falda superficiale risulta fortemente influenzata da un punto di "basso" idrogeologico in corrispondenza del piezometro P4 e di un "alto" idrogeologico in corrispondenza del piezometro P6. Il gradiente idraulico risulta maggiore lungo la linea di deflusso principale NNE ( $i = 0,0051$ ) rispetto a quella secondaria in quanto le linee isofreatiche risultano più ravvicinate in direzione NE rispetto a quelle in direzione WW ( $i = 0,0018$ ).

Dall'esame della "Carta delle isofreatiche I° falda" (Tavola 8 e Figura 9-1) si osserva, similmente alla falda superficiale, una direzione di deflusso orientata indicativamente in direzione di un punto di "basso" idrogeologico più marcato rispetto al caso precedente, in corrispondenza del piezometro P5 (prossimo al P6). Il gradiente idraulico risulta generalmente costante con un valore prossimo a 0,0016.

Il punto di basso idrogeologico evidenziato in entrambi gli acquiferi si registra in corrispondenza della porzione centrale del sito al confine ovest ove insiste, al di là della recinzione, il cosiddetto “Nodo idraulico Rana” ove insistono vasche di raccolta interraste e linee fognarie che potrebbero configurarsi come punti di attrazione per il deflusso idrico sotterraneo locale. Il punto di “basso” idrogeologico infatti influenza tutta la piezometria del sito riducendone la significatività sulla scala locale. Si segnala inoltre che i recenti lavori di bonifica idraulica dell’area con la riprofilatura di scoline perimetrali relativamente profonde influenza ulteriormente l’idrodinamica locale in particolar modo per i piezometri posti a confine del sito nella porzione centrale.

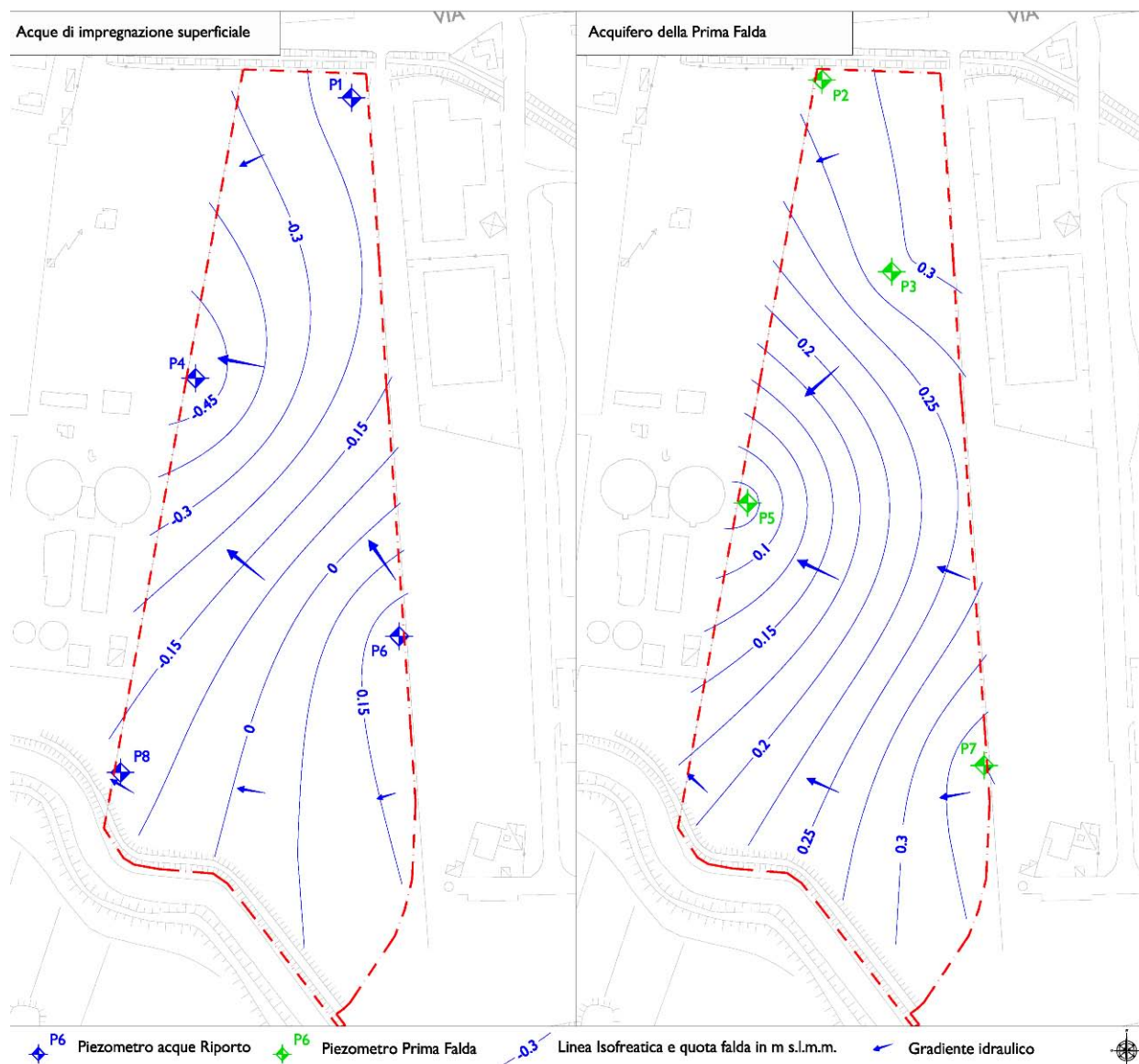


Figura 9-1. Linee isofreatiche acquifero superficiale (a sinistra) e Prima Falda (a destra)

L’area inoltre è prossima al canale Lusore che ne potrebbe influenzare l’andamento di falda con le sue oscillazioni.



### 9.3 RISULTATI ANALISI CHIMICHE TOP SOIL

Nel seguente paragrafo si sono confrontati i valori delle analisi chimiche effettuate sui **top soil** con i valori delle concentrazioni limite per terreni ad “uso commerciale e industriale” (All. 5 Tab. 1 colonna B del D.Lgs.152/06). Le analisi relative alle Diossine e Furani e all’Amianto sono state effettuate sui campioni di Top Soil (da 0,00 a -0,20 mt) su un numero di campioni pari al 20% del totale come richiesto dal Protocollo Operativo.

Nelle tabelle che seguono vengono riassunti i contenuti dei relativi rapporti di prova allegati alla presente (Allegato 3); si evidenzia fin da subito come in tutti i campioni analizzati **non si sia riscontrato alcun superamento dei limiti normativi di col. B.**

Tabella 9-3. Risultati Top Soil

ID	Parameteri	Unità di misura	limite Col. B	R.prova 113670 Campione S3	Rprova 113735 Campione S7	Rprova 113909 Campione S12	Rprova 113822 Campione S17	Rprova 113826 Campione S22
	Res. a 105 °C	%		88,3	59,9	74, 2	71,4	83,7
<b>DIOSINE E FURANI</b>								
92	PCDD,PCDF	mg/kg s.s.	1,00E-04	<0,000001	0,000004	0, 000004	0,000001	<0,000001
93	PCB	mg/kg s.s.	5	0,02	0,02	<0,006	0,194	0,03
<b>ALTRE SOSTANZE</b>								
96	Amianto (f.l.)	mg/kg s.s.	1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000

### 9.4 RISULTATI ANALISI CHIMICHE TERRENI

Nel seguente paragrafo si sono confrontati i valori delle analisi chimiche effettuate sui **terreni** con i valori delle concentrazioni limite per terreni ad “uso **commerciale e industriale**” (All. 5 Tab. 1 **colonna B** del D.Lgs.152/06).

Nelle tabelle che seguono vengono riassunti i contenuti dei relativi Rapporti di Prova allegati alla presente (Allegato 4); si evidenzia fin da subito come in tutti gli 88 campioni analizzati **non si sia riscontrato alcun superamento dei limiti normativi di col. B** con valori ampiamente al di sotto dei predetti limiti normativi per tutti i parametri analizzati.

In Allegato 4 le concentrazioni rilevate sono state confrontate con i limiti di col. A, si può notare come la stragrande maggioranza dei sondaggi rispetti anche i limiti di colonna A eccezion fatta per il parametro Arsenico che in alcuni casi supera il limite di 20 mg/kg s.s. (col A.) senza mai superare il valore massimo di 35 mg/kg s.s. (limite 50 mg/kg s.s. di col. B).



[illegible]

					alifatici clorurati cancerogeni	alifatici clorurati non cancerogeni	alifatici alogenati cancerogeni	nitrobenzeni	clorobenzeni	fenoli non	fenoli clorurati	ammine aromatiche	idrocarburi	altri sostanze	
--	--	--	--	--	---------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	--------------	--------------	------------	------------------	-------------------	-------------	-------------------	--



Pagina 58 di 105



Pagina 59 di 105



## 9.5 RISULTATI ANALISI CHIMICHE ACQUE SOTTERRANEE

Nel presente paragrafo vengono riassunti i risultati relativi alle analisi chimiche svolte nel corso della campagna di monitoraggio del gennaio 2011; i relativi Rapporti di Prova emessi da Programma Ambiente riassunti compiutamente in Tabella 9-5 sono integralmente riportati a margine della presente relazione in Allegato 8. Non si riscontrano superamenti delle CSC per BTEX, IPA, Idrocarburi, Alifatici Alogenati cancerogeni e non cancerogeni e Clorobenzeni con valori sempre al di sotto del limite di rilevabilità. Si evidenzia altresì come i soli superamenti delle CSC siano ascrivibili a parametri inorganici quali Arsenico e Manganese con valori di poco superiori alla relativa CSC; si segnalano inoltre tenori di Ammoniaca superiori al valore di 0.5 mg/l in due piezometri in prima falda (P5 e P7).

Tabella 9-5. Risultati analisi chimiche acque sotterranee GENNAIO 2011

Piezometro		CSC	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Data campionamento			14/01/2011	14/01/2011	14/01/2011	03/01/2011	14/01/2011	03/01/2011	14/01/2011	14/01/2011
Rapporto di prova			11LA00412	11LA00411	11LA00409	11LA00026	11LA00407	11LA00027	11LA00408	11LA01278
Profondità			4 mt	10 mt	10 mt	4 mt	10 mt	4 mt	10 mt	4 mt
Alluminio	µgr/l	200	15	< 5.00	20	62	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Antimonio	µgr/l	5	1.6	1.2	1.6	< 0.50	1.2	< 0.50	1.1	< 0.50
Argento	µgr/l	10	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Arsenico	µgr/l	10	<b>33</b>	< 1.00	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>65</b>	<b>24</b>	<b>65</b>	2
Berillio	µgr/l	4	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40
Cadmio	µgr/l	5	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Cobalto	µgr/l	50	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Cromo esavalente	µgCr/l	5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5
Cromo totale	µgr/l	50	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Ferro	µgr/l	200	61	5	16	108	12	< 5.00	16	7
Mercurio	µgr/l	1	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	0.4	< 0.10	< 0.10
Nichel	µgr/l	20	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00
Piombo	µgr/l	10	< 1.00	< 1.00	< 1.00	2	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Rame	µgr/l	1000	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Selenio	µgr/l	10	3	< 1.00	2	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	1
Stagno	µgSn/l	-	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Manganese	µgr/l	50	<b>91</b>	20	<b>76</b>	<b>69</b>	<b>54</b>	<b>123</b>	<b>54</b>	<b>61</b>
Tallio	µgr/l	2	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
Vanadio	µgr/l	-	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Zinco	µgr/l	3000	8	21	10	17	< 5.00	< 5.00	< 5.00	10
Cloruri	mgCl/l	-	32.5	13.9	33.2	12.3	54.1	65	55	115.9
Cianuri liberi	µgCN/l	50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Cianuri totali	µgCN/l	-	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Fluoruri	µgF/l	1500	570	1360	570	850	500	1040	520	210
Nitriti	µgNO2/l	500	440	48	438	10	129	50	129	353
Solfati	mgSO4/l	250	119	98	120	96	66	80	68	55
Benzene	µgr/l	1	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Etilbenzene	µgr/l	50	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Stirene	µgr/l	25	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Toluene	µgr/l	<b>15</b>	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	0.2
Xilene (o+m+p)	µgr/l	<b>10</b>	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1



	Piezometro	CSC	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Benzo(k)fluorantene	µgr/l	0.05	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Benzo(a)antracene	µgr/l	0.1	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Benzo(a)pirene	µgr/l	0.01	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Benzo(b)fluorantene	µgr/l	0.1	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Benzo(g,h,i)perilene	µgr/l	0.01	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Crisene	µgr/l	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Dibenzo(a,h)antracene	µgr/l	0.01	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µgr/l	0.1	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Pirene	µgr/l	50	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Sommatoria IPA	µgr/l	0.1	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Clorometano	µgr/l	1.5	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15
Triclorometano	µgr/l	0.15	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000
Cloruro di vinile	µgr/l	0.5	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
1,2-dicloroetano	µgr/l	3	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,1-dicloroetilene	µgr/l	0.05	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Tricloroetilene	µgr/l	1.5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Tetracloroetilene	µgr/l	1.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Esaclorobutadiene	µgr/l	0.15	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Sommatoria organoalogenati	µgr/l	10	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
1,1-dicloroetano	µgr/l	810	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,2-dicloroetilene	µgr/l	60	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1
1,2-dicloropropano	µgr/l	0.15	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015
1,1,2-tricloroetano	µgr/l	0.2	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04
1,2,3-tricloropropano	µgr/l	0.001	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
1,1,2,2-tetracloroetano	µgr/l	0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Tribromometano	µgr/l	0.3	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
1,2-dibromoetano	µgr/l	0.001	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
Dibromoclorometano	µgr/l	0.13	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Bromodichlorometano	µgr/l	0.17	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017
1,4-Diclorobenzene	µgr/l	0.5	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Monoclorobenzene	µgr/l	40	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Pentaclorobenzene	µgr/l	5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Esaclorobenzene	µgr/l	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
1,2-Diclorobenzene	µgr/l	270	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
1,2,4-Triclorobenzene	µgr/l	190	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
1,2,4,5-Tetraclorobenzene	µgr/l	1.8	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Idrocarburi totali (come n-esano)	µgr/l	350	< 35.00	< 35.00	< 35.00	< 35.00	< 35.00	< 35.00	< 35.00	150.3
Azoto ammoniacale*	mgNH4/l	-	0.21	0.06	0.23	0.15	<b>7.12</b>	0.16	<b>7.26</b>	< 0.02
Potenziale redox	mV	-	81	85	87	25	86	30	94	72
Conducibilità a 25 °C	µS/cm	-	834	658	833	792	894	986	894	923
pH		-	7.45	7.22	7.46	7.21	7.22	7.33	7.22	7.33

\* Parere I.S.S. nota prot. 641488 IA 12

## 9.6 INDAGINE INTEGRATIVA - RISULTATI CAMPIONAMENTI IN CONTRADDITTORIO CON ARPAV

Nel paragrafo seguente vengono riportati tutti i risultati relativi alla Indagine Integrativa condotta nel giugno 2011 in contraddittorio con Arpav.

### 9.6.1 INDAGINE INTEGRATIVA - RISULTATI INDAGINI GEOTECNICHE

Al fine di adeguare le Indagini ambientali svolte in sito a quanto previsto dal Piano Cà Emiliani si è proceduto alla determinazione delle principali caratteristiche geotecniche dei suoli tramite esecuzione di n° 3 prove geotecniche su altrettanti campioni prelevati nel corso delle operazioni di sondaggio a c.c. eseguite nel giugno 2011.

Di seguito si riportano i risultati delle prove geotecniche di laboratorio eseguite dalla ditta Geolavori e riportate per esteso in Allegato 10.

Sono stati determinati:

- Peso di Volume
- Contenuto naturale d'acqua
- Peso specifico assoluto dei grani
- Analisi granulometrica per sedimentazione

Tabella 9-6. Risultati Indagini Geotecniche

Sondaggio	u.d.m.	SA	SA	Sb
Campione		C1	C2	C3
Profondità		0.30 – 0.70	1.30 – 2.30	1.50 – 1.90
Contenuto naturale d'acqua W	%	25.1	24.0	23.6
Peso di Volume	kN/m <sup>3</sup>	19.1	19.9	19.5
Peso specifico assoluto dei grani	kN/m <sup>3</sup>	25.09	26.60	25.76
Porosità	%	39.3	39.7	38.5
<b>Curva Granulometrica</b>	% ghiaia	-	1.4	
	% sabbia	5.6	54.9	1.4
	% limo	62.0	-	45.4
	% argilla	32.4	43.7	53.2

### 9.6.2 INDAGINE INTEGRATIVA - RISULTATI INDAGINI IDROGEOLOGICHE

Il presente paragrafo riporta gli esiti relativi alla caratterizzazione delle proprietà fisiche degli acquiferi indagati ottenuti tramite esecuzione di n° 3 slug test, uno per acquifero, sui piezometri 2255 (seconda falda), P5 (prima falda) e P6 (acquifero superficiale).

Tabella 9-7. Risultati slug Test

Piezometro	u.d.m.	2255	P5	P6
Acquifero		Seconda falda	Prima falda	superficiale
Conducibilità Idraulica K	m/s	3.3E-06	4.1E-06	7.4E-07

In Tabella 9-7 si riportano sinteticamente i risultati delle prove in foro come estratti dalla relativa documentazione tecnica di cui all'Allegato 11.

La conducibilità idraulica appare più elevata in seconda falda di circa un ordine di grandezza rispetto all'acquifero superficiale.

I dati testé riportati verranno in seguito utilizzati per caratterizzare adeguatamente le proprietà fisiche dei mezzi di trasmissione dell'eventuale contaminazione ai fini dell'Analisi di Rischio.

### 9.6.3 INDAGINE INTEGRATIVA - RISULTATI ANALISI CHIMICHE TOP SOIL

A conferma di quanto già riportato al paragrafo 9.3 anche il campione prelevato in contraddittorio con Arpav (cfr. Verbale 3181/2011 - Allegato 8) in sede di Indagine Integrativa è risultato conforme ai limiti normativi di colonna B. relativamente ai parametri ricercati.

Di seguito si riportano i risultati analitici sul campione di Top Soil riscontrabili nel rapporto di Prova emesso da Eurofins Programma Ambiente con identificativo 11-LA13330 riportato per esteso in Allegato 12.

Tabella 9-8. Indagine Integrativa giugno 2011 – Risultati analisi Top Soil

ID	Parameteri	Unità di misura	limite Col. B	LAB R.prova 11-LA13330
				Campione SB
	Res. a 105 °C	%		74.50
<b>DIOSSINE E FURANI</b>				
92	PCDD,PCDF	ng/kg s.s.	100	8.47
93	PCB	mg/kg s.s.	5	< 0.50
<b>ALTRE SOSTANZE</b>				
96	Amianto (f.l.)	mg/kg s.s.	1000	<1000

I risultati delle analisi di laboratorio sul campione di Top Soil prelevato dal punto SB confermano quanto visto in precedenza nelle indagini del 2006 (cfr § 9.3) **evidenziando la totale assenza di fenomeni di contaminazione degli strati più superficiali di terreno stante la totale assenza di PCB, Dioxin Like e Amianto in tutti i campioni prelevati e analizzati.**

### 9.6.4 INDAGINE INTEGRATIVA - RISULTATI ANALISI CHIMICHE TERRENI

Come previsto dall'Indagine Integrativa per la realizzazione dei contro campionamenti da parte dell'ente preposto al controllo si è proceduto ad eseguire n° 4 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di n° 16 campioni di terreno, Arpav ha provveduto a prelevare n° 9 campioni per le indagini in contraddittorio come indicato nel relativo verbale di campionamento 3180/2011 del 07.06.2011 riportato in Allegato 13. I campioni sono stati sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio secondo il set analitico previsto dal Protocollo Operativo e dalle prescrizioni emesse dalla CdS del 04/06/2008 che ha approvato il "Piano Cà Emiliani", tale protocollo analitico è riportato per esteso in Tabella 8-1.

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle analisi di laboratorio estratti dai Rapporti di Prova analitici riportati in Allegato 13.

Tabella 9-9. Indagine Integrativa giugno 2011 – Risultati analisi Terreni

CAMPIONE	SA_1	SA_2	SA_3	SA_4	SB_1	SB_2	SB_3	SC_1	SC_2	SC_3	SC_4	SC_5	2255_1	2255_2	2255_3	2255_4
Rapporto di Prova	11-LA13857	11-LA13858	11-LA13859	11-LA13860	11-LA13855	11-LA13856	11-LA13861	11-LA13321	11-LA13322	11-LA13323	11-LA13324	11-LA13325	11-LA13326	11-LA13327	11-LA13328	11-LA13329
Profondità intervallo di campionamento	prof. 0,30-1,30 m	prof. 1,30-2,30 m	prof. 2,30-3,30 m	prof. 3,30-4,00 m	prof. 0,20-1,20 m	prof. 1,20-2,20 m	prof. 2,20-3,00 m	prof. 0,00-1,00 m	prof. 1,00-2,00 m	prof. 2,00-3,00 m	prof. 3,00-4,00 m	prof. 4,00-4,50 m	prof. 0,00-0,70 m	prof. 0,70-1,60 m	prof. 1,60-2,60 m	prof. 2,60-3,20 m
CARBONIO ORGANICO (% C ss)	0.7	< 0.5	0.6	< 0.5	0.6	< 0.5	< 0.5	1.4	1.5	0.6	< 0.5	< 0.5	1.2	1.7	0.8	0.5
Frazione Carbonio organico (% C ss)	1.2	0.7	1.1	0.8	1.1	0.7	0.6	2.5	2.7	1.1	0.7	0.8	2	2.9	1.3	0.9
Frazione granulometrica > 2 mm (% ss)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	58.4	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Boro (mgB/kg ss)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	< 1	8	8	1	3	3	6	3	< 1	3
Antimonio (mgSb/kg ss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Arsenico (mgAs/kg ss)	20	13	12	4	17	40	7	24	31	14	27	38	21	19	29	94
Berillio (mgBe/kg ss)	1	< 1.00	< 1.00	< 1.00	1	< 1.00	< 1.00	< 1.00	1	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Cadmio (mgCd/kg ss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	1	1	< 1.00	< 1.00	< 1.00	1	1	< 1.00	< 1.00
Cobalto (mgCo/kg ss)	11	5	7	5	12	7	7	14	15	9	9	10	11	10	7	12
Cromo totale (mgCr/kg ss)	25	8	18	9	25	20	14	29	40	22	20	20	32	24	16	25
Cromo esavalente (mgCr/kg ss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Mercurio (mgHg/kg ss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Nichel (mgNi/kg ss)	18	8	20	11	19	21	16	23	31	17	19	21	24	20	14	26
Piombo (mgPb/kg ss)	27	< 20.00	< 20.00	< 20.00	33	22	< 20.00	46	41	23	23	23	32	32	< 20.00	24
Rame (mgCu/kg ss)	18	10	18	13	19	23	16	87	37	19	19	23	32	31	19	25
Selenio (mgSe/kg ss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Stagno (mgSn/kg ss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	5	5	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Tallio (mgTl/kg ss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Vanadio (mgV/kg ss)	33	12	21	12	34	25	17	34	49	28	25	25	34	31	22	29
Zinco (mgZn/kg ss)	84	37	51	36	86	65	44	168	131	74	68	66	105	108	64	79
Cianuri (liberi) (mgCN/kg ss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Fluoruri (solubili in acqua) (mgF/kg ss)	12.11	< 5.00	5.74	< 5.00	6.53	7.52	< 5.00	22	7.29	< 5.00	7.21	7.08	13.84	16.94	10.22	5.42
Benzene (mg/Kgss)	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
Etilbenzene (mg/Kgss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Stirene (mg/Kgss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Toluene (mg/Kgss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Xilene (mg/Kgss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Somma Org. Aromatici (da 20 a 23) (mg/Kgss)	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0
Benzo(a)antracene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Benzo(a)pirene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	1.02	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Benzo(b)fluorantene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	1.59	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Benzo(k)fluorantene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Benzo(g,h,i)perilene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Crisene (mg/Kgss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Dibenzo(a,e)pirene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Dibenzo(a,l)pirene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Dibenzo(a,i)pirene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Dibenzo(a,h)pirene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Dibenzo(a,h)antracene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Indeno(1,2,3-c,d)pirene (mg/Kgss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Pirene (mg/Kgss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Somma Polic. Aromatici (da 25 a 37) (mg/Kgss)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Clorometano (mg/Kgss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Diclorometano (mg/Kgss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50

CAMPIONE	SA_1	SA_2	SA_3	SA_4	SB_1	SB_2	SB_3	SC_1	SC_2	SC_3	SC_4	SC_5	2255_1	2255_2	2255_3	2255_4
Rapporto di Prova	11-LA13857	11-LA13858	11-LA13859	11-LA13860	11-LA13855	11-LA13856	11-LA13861	11-LA13321	11-LA13322	11-LA13323	11-LA13324	11-LA13325	11-LA13326	11-LA13327	11-LA13328	11-LA13329
Profondità intervallo di campionamento	prof. 0,30-1,30 m	prof. 1,30-2,30 m	prof. 2,30-3,30 m	prof. 3,30-4,00 m	prof. 0,20-1,20 m	prof. 1,20-2,20 m	prof. 2,20-3,00 m	prof. 0,00-1,00 m	prof. 1,00-2,00 m	prof. 2,00-3,00 m	prof. 3,00-4,00 m	prof. 4,00-4,50 m	prof. 0,00-0,70 m	prof. 0,70-1,60 m	prof. 1,60-2,60 m	prof. 2,60-3,20 m
Triclorometano (mg/Kgss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Cloruro di vinile (mg/Kgss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
1,2-dicloroetano (mg/Kgss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
1,1-dicloroetilene (mg/Kgss)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Tricloroetilene (mg/Kgss)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Tetracloroetilene (PCE) (mg/Kgss)	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
1,1-dicloroetano (mg/Kgss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
1,2-dicloroetilene (mg/Kgss)	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
1,1,1-tricloroetano (mg/kg ss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
1,2-dicloropropano (mg/Kgss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
1,1,2-tricloroetano (mg/Kgss)	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
1,2,3-tricloropropano (mg/Kgss)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
1,1,2,2-tetracloroetano (mg/Kgss)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Tribromometano (mg/Kgss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
1,2-dibromoetano (mg/Kgss)	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
Dibromoclorometano (mg/Kgss)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Bromodiclorometano (mg/Kgss)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Monoclorobenzene (mg/Kgss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
1,2-diclorobenzene (mg/Kgss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
1,4-diclorobenzene (mg/Kgss)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
1,2,4-triclorobenzene (mg/Kgss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
1,2,4,5-tetraclorobenzene (mg/Kgss)	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50	< 2.50
Pentaclorobenzene (mg/Kgss)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Esaclorobenzene (mg/Kgss)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
2,4 DDD (mg/kg ss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
2,4 DDE (mg/kg ss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
2,4 DDT (mg/kg ss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
4,4 DDD (mg/kg ss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
4,4 DDE (mg/kg ss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
4,4 DDT (mg/kg ss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Alaclor (mg/kg ss)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Aldrin (mg/kg ss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Alfa esacloroesano (mg/kg ss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Atrazina (mg/kg ss)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Beta esacloroesano (mg/kg ss)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Gamma esacloroesano (mg/kg ss)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Clordano (mg/kg ss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dieldrin (mg/kg ss)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Endrin (mg/kg ss)	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
Idrocarburi leggeri (C<12) (mg/Kgss)	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00	< 10.00
Idrocarburi pesanti (C>12) (mg/Kgss)	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00	< 50.00
Residuo a 105 °C (%)	83.4	80.7	81.7	82.3	82.2	80.6	81.6	87.6	75.5	76.9	82.6	81	83.1	73.7	79.7	76.9

Nei 16 campioni di terreno analizzati è stato registrato **un unico superamento delle CSC** relativamente al parametro Arsenico nel campione 2255\_4 prelevato tra -2.60 e -3.20 m da piano campagna, si evidenzia come quello riscontrato sia l'unico sfioramento delle CSC per tutti i parametri analizzati su di un totale di 88 + 16 = 104 campioni analizzati e che lo stesso insista in un orizzonte di argille limose compatte, consistente, non plastico (caranto).



## 9.6.5 RISULTATI ACQUE SOTTERRANEE

Tabella 9-10. Indagine Integrativa giugno 2011 – Risultati acque sotterranee

PIEZOMETRO	Pz 2255	Pz 2255	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Rapporto di Prova	11-LA13418	11-LA15926	11-LA13991	11-LA13992	11-LA13993	11-LA13994	11-LA13995	11-LA13996	11-LA13423	11-LA13997
Acquifero	Il Falda	Il Falda	Superf.	I Falda	I Falda	Superf.	I Falda	Superf.	I Falda	Superf.
Potenziale redox (mV)	-3	-4	63	40	30	23	71	29	-172	64
Temperatura (°C)	18		16	16	16	16	16	16	15	16
Conducibilità a 25 °C (µS/cm)	521	1639.0	1079	1000	1051	922	1166	1053	1033	1949
pH ()	7.51	6.74	6.96	7.03	6.95	7.31	7.05	7.18	7.01	7.12
Solidi sospesi totali (SST) (mg/l)	321	3071	486	17	70	601	< 5	7	242	20
Azoto ammoniacale (mgN/l)	1.26	30.58	1.15	1.35	3.24	1.14	3.03	2.38	2.76	1.17
Cloruri (mgCl/l)	8.2	5.0	31.2	35.8	22.8	46.6	86.5	73.1	76.3	110.1
Cianuri liberi (microgCN/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Cianuri totali (microgCN/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Fluoruri (microgF/l)	210	180	580	220	260	730	240	370	350	180
Nitriti (microgNO2/l)	40	< 5	19	18	21	45	22	22	< 5	24
Solfati (mgSO4/l)	17	< 5	96	40	30	75	25	42	60	232
Cromo esavalente (microgCr/l)	< 0.5		< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Alluminio (microg/l)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Antimonio (microg/l)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Argento (microgAg/l)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Arsenico (microg/l)	7	66	54	39	30	20	36	< 1.00	122	27
Bario (microg/l)	118	693	71	474	597	64	540	510	411	99
Berillio (microg/l)	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40	< 0.40
Cadmio (microg/l)	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50	< 0.50
Cobalto (microg/l)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Cromo totale (microg/l)	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Ferro (microg/l)	< 5.00	2033	1800	1894	1916	1596	1572	1224	724	1650
Mercurio (microg/l)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Nichel (microg/l)	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	4	< 2.00
Piombo (microg/l)	< 1.00	< 1.00	4	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Rame (microg/l)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Selenio (microg/l)	5	1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00	< 1.00
Manganese (microg/l)	25	109	371	94	38	547	51	89	90	594
Tallio (microg/l)	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
Vanadio (microg/l)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Stagno (microg/l)	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Zinco (microg/l)	39	25	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	< 5.00	44	< 5.00
Benzene (microg/l)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Etilbenzene (microg/l)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Stirene (microg/l)	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	0.27
Toluene (microg/l)	< 0.10	0.18	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	0.64
Xilene (o+m+p) (microg/l)	< 0.1	0.4	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.1	0.1
Benzo(a)antracene (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Benzo(a)pirene (microg/l)	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Benzo(b)fluorantene (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Benzo(g,h,i)perilene (microg/l)	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Benzo(k)fluorantene (microg/l)	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005



Crisene (microg/l)	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Dibenzo(a,h)antracene (microg/l)	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Indeno(1,2,3-c,d)pirene (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Pirene (microg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Sommatoria IPA (31,32,33,36)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Clorometano (microg/l)	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.15
Triclorometano (microg/l)	0.546	< 0.015	0.092	< 0.015	< 0.015	0.021	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015
Cloruro di vinile (microg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.06	< 0.05	< 0.05
1,2-dicloroetano (microg/l)	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
1,1-dicloroetilene (microg/l)	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Tricloroetilene (microg/l)	0.3	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Tetracloroetilene (microg/l)	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Esaclorobutadiene (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Sommatoria organoalogenati	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,1-dicloroetano (microg/l)	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
1,2-dicloroetilene (microg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1
1,2-dicloropropano (microg/l)	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015	< 0.015
1,1,2-tricloroetano (microg/l)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
1,2,3-tricloropropano (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
1,1,2,2-tetracloroetano (microg/l)	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Tribromometano (microg/l)	0.93	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
1,2-dibromoetano (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dibromoclorometano (microg/l)	1.014	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013	< 0.013
Bromodichlorometano (microg/l)	0.776	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017	< 0.017
1,4-Diclorobenzene (microg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Monoclorobenzene (microg/l)	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Pentaclorobenzene (microg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Esaclorobenzene (microg/l)	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
1,2-Diclorobenzene (microg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
1,2,4-Triclorobenzene (microg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
1,2,4,5-Tetraclorobenzene (microg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Alaclor (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Aldrin (microg/l)	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
alfa-esacloroetano (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Atrazina (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
beta-esacloroetano (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
gamma-esacloroetano (Lindano) (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Clordano (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
DDD, DDT, DDE (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dieldrin (microg/l)	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Endrin (microg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Sommatoria fitofarmaci (microg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Idrocarburi totali (come n-esano) (microg/l)	79	< 35.00	< 35.00	< 35.00	< 35.00	< 35.00	< 35.00	< 35.00	< 35.00	< 35.00

Oltre ai previsti superamenti per i parametri Arsenico, Ferro, Manganese e Ammoniacale si sono registrati, nel solo piezometro 2255 fenestrato in seconda falda, valori decisamente anomali in riferimento alle conoscenze specifiche dell'area emerse in sede di caratterizzazione di siti limitrofi. In particolare gli esiti delle analisi chimiche sul campione di acque sotterranee prelevato dal piezometro hanno evidenziato diverse anomalie rispetto ai risultati attesi: la presenza di elevati tenori di ossigeno disciolto, l'assenza di qualsiasi composto inorganico e la presenza unicamente dei composti



“Triometani” (tipici sottoprodotti della disinfezione delle acque potabili per mezzo di Cloro  $\text{Cl}_2$  e/o acido Ipocloroso ( $\text{HOCl}$ )) ci porta a ritenere che il campione non possa essere considerato rappresentativo della matrice campionata; in allegato il relativo rapporto di prova 11-LA13418 che evidenzia quanto sopra esposto.

Si segnala che il piezometro in questione [denominato 2255 in riferimento al Piano Cà Emiliani], fenestrato in seconda falda, è stato concluso in data 08.06.2011 con operazioni di lavaggio condotte il giorno stesso del campionamento eseguito in data 09.06.2011, lo stesso piezometro viene indicato di “nuova realizzazione” nel relativo verbale di campionamento Arpav riportato in Allegato 8.

Appare più che probabile quindi che tali anomalie siano da imputarsi alle predette attività di lavaggio e al mancato rispetto dei “tempi di riposo” e di spurgo del piezometro stesso.

Al fine di verificare l'effettiva presenza dei contaminati riscontrati, in data 29.06.2011 si è proceduto da un nuovo campionamento condotto dopo un approfondito spurgo del piezometro in questione. Le analisi chimiche riportate nel Rapporto di Prova 11-LA15926 (Allegato 15 alla presente) evidenziano l'assenza dei composti organoalogenati ricercati e la presenza dei classici parametri inorganici attesi confermando pertanto la tesi iniziale.

La verifica da parte di Arpav in merito a quanto sopra esposto è avvenuta con ulteriore campionamento in contraddittorio realizzato in data 25.07.2011 di cui al verbale di campionamento Arpav n° 4526/2011 riportato in Allegato 16 di cui si attendono i risultati.

Come conseguenza di ciò nel seguito verrà ritenuto invalidato il campionamento di cui al Rapporto di Prova 11-LA13418 emesso da Eurofins Programma Ambiente in data 27/06/2011 il quale sarà sostituito dal Rapporto di Prova 11-LA15926 (Allegato 15) emesso in data 29.06.2011 i cui risultati sono riportati in Tabella 9-10.

## 9.7 COMMENTO DEI RISULTATI

Il Piano di Caratterizzazione presentato ha visto la realizzazione di sondaggi e piezometri nei Terreni Superficiali e nel Primo Acquifero Naturale (*Prima Falda*) in modo da consentire il campionamento e la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei principali come previsto dal Protocollo Operativo. Sono stati ricercati tutti i parametri previsti dal Protocollo Operativo con l'aggiunta di ulteriori parametri sitospecifici quali: Ammoniaca e Clorobenzeni.

### 9.7.1 TERRENI

Per quanto riguarda i **TERRENI** si evidenzia fin da subito come in tutti i 104 campioni analizzati si sia riscontrato un solo superamento dei limiti normativi di col. B per il solo parametro Arsenico rilevato in concentrazione pari a 94 mg/kg s.s. nel sondaggio 2255 ad una profondità compresa tra 2.6 e 3.2 m da p.c., per tutti gli altri sondaggi e per tutti gli altri parametri i valori di concentrazione sono risultati ampiamente al di sotto dei relativi limiti normativi di riferimento.

La presenza di Arsenico nei suoli dell'entroterra veneziano è da tempo nota e correlata alla sua presenza all'interno di minerali argillosi prodotti dall'alterazione naturale delle rocce madri e successivo trasporto meccanico operato dai principali corsi d'acqua. Valori superiori ai limiti normativi sono stati riscontrati in numerosissimi campioni di suolo non rimaneggiato tanto che è risultato necessario rivedere il valore di background fissato a 40 mg/kg s.s. contro i 10 mg/kg s.s. Un'ulteriore evidenza sembra avvalorare l'ipotesi di una presenza di As dovuta al fondo pedo-geochimico. Infatti gli orizzonti profondi illuviali, per i quali si tende ad escludere l'impatto diretto degli apporti antropici, presentano valori medi più elevati di As degli orizzonti superficiali eluviali. Dato peraltro confermato da analoghi studi condotti nella Laguna di Venezia [*Determinazione del livello di fondo di metalli pesanti nei suoli dell'entroterra veneziano* – Arpav, Provincia di Venezia e Comune di Venezia].

Nel caso in oggetto si segnala che il campione interessato dal valore anomalo insiste ad una profondità superiore ai 2.6 m da piano campagna e che i tre campioni che lo precedono prelevati dal terreno posto al di sopra non manifestano anomalie per il parametro arsenico con valori sempre inferiori a 30 mg/kg s.s. (cfr. Tabella 9-9) escludendo conseguentemente fenomeni di contaminazione indotta di origine antropica; in aggiunta si evidenzia come anche i campioni prelevati dal sondaggio S3 realizzato in adiacenza al sondaggio 2255 sono risultati sempre conformi ai limiti normativi con valore massimo riscontrato pari a 20 mg/kg s.s. (cfr. Tabella 9-4).

Come dimostrato nel corso della indagine storica dell'area si sottolinea che il sito non è mai stato interessato da attività diverse dalla conduzione agricola e che non si sono rinvenuti rifiuti abbandonati né in superficie né al di sotto del piano campagna e che pertanto non è identificabile alcuna sorgente di contaminazione, la presenza di tale superamento in un orizzonte di argilla debolmente limosa e consistente (caranto) esclude infine fenomeni di lisciviazione peraltro già esclusi dalle considerazioni riportate nel paragrafo precedente.

Appare quindi molto probabile che il valore sopra riportato si configuri come un *outlier* corrispondente ad un picco locale di "fondo naturale" che si attesta oltre il 95° percentile e pertanto possa essere trascurato ai fini della valutazione complessiva sullo stato di qualità ambientale dei terreni presenti in sito, ad ogni modo tale singolare superamento delle CSC verrà analizzato all'interno dell'Analisi di Rischio sito specifica di cui al § 11.

### 9.7.2 ACQUE SOTTERRANEE

Per quanto riguarda le **ACQUE SOTTERRANEE** le indagini svolte hanno permesso di investigare quelli che, ad una prima analisi appaiono come 3 corpi permeabili distinti (Terreni Superficiali e Prima e Seconda Falda separati da spessori di orizzonti coesivi. La separazione emerge dall'analisi delle stratigrafie (cfr. Allegato 6) e delle soggiacenze riscontrate a bocca pozzo, anche se l'omogeneità dei risultati delle analisi chimiche per alcuni parametri indicatori non esclude che vi siano interferenze tra gli acquiferi in questione.

Le analisi chimiche svolte sulle acque sotterranee del sito confermano dunque l'assenza di contaminazione di origine antropica e al contempo evidenziano la presenza di superamenti (cfr. Tabella 9-5) dei limiti normativi per i parametri Arsenico, Ferro, Manganese e ione Ammonio tutti

comunemente presenti nelle acque sotterranee della bassa Pianura Veneta in concentrazioni anche più elevate rispetto a quelle riscontrate in sito.

L'implementazione dell'Indagine Integrativa sul sito in oggetto ha consentito di verificare l'andamento stagionale degli elementi e dei composti di origine naturale presenti nelle acque sotterranee legati ai periodici fenomeni di ricarica degli acquiferi.

Confrontando infatti gli esiti della Tabella 9-5 relativa ai campionamenti effettuati nel mese di gennaio 2011 e la Tabella 9-10 relativa ai campionamenti effettuati nel mese di giugno 2011 si denota un incremento dei tenori di Arsenico e Ferro collegato alla stagionalità dell'indagine, tale andamento temporale trova conferma in quanto indicato nella relazione *Acque sotterranee nel Veneto* – [Mion F., 2002] ove a pag. 17 si riporta: “*per l'Arsenico si osserva un comportamento simile a quello del Ferro con concentrazioni massime in primavera e minime in autunno*”, si segnala che anche il parametro Manganese sembra seguire tale dinamica con valori maggiori riscontrati nel periodo più caldo.

Ai fini di una valutazione complessiva sullo stato di conformità della matrice acque sotterranea pertanto i valori determinati nel corso dell'Indagine Integrativa del giugno 2011 devono essere necessariamente riconsiderati in riferimento a quanto riscontrato nel gennaio dello stesso anno in particolare i valori massimi dei parametri Arsenico, Ferro e Manganese, in virtù di tale variabilità temporale, dovrebbero essere opportunamente livellati su valori medi annuali.

Per i metalli quindi si rileva un generale aumento delle concentrazioni nel passaggio alla stagione calda, va sottolineato che permane una sostanziale uniformità dei dati e che non si segnalano particolari criticità legate a singoli valori elevati.

Si segnala che negli acquiferi investigati si sono riscontrati bassi potenziali redox (mediamente inferiori a 50 mV) e basse concentrazioni di ossigeno disciolto (generalmente inferiori a 5 mg/l); anche i solfati sono risultati sostanzialmente bassi con concentrazioni medie di poco superiori ai 50 mg/l.

L'omogeneità dei dati analitici riscontrati nel corso dell'investigazione dei due acquiferi più superficiali potrebbe essere ricondotta alle caratteristiche geochimiche degli acquicludi che li separano. Tali orizzonti impermeabili possono essere infatti considerati come un unico corpo deposizionale dalle medesime caratteristiche geochimiche. Essi costituiscono il tetto della sequenza stratigrafica del sito di indagine e si rinvengono in tutti i sondaggi realizzati dal piano campagna fino ad una profondità massima di circa -10.0 m; sono costituiti da depositi LGM (Last Glacial Maximum) a granulometrie prevalentemente argillose o limo-argillose, sebbene localmente presentino orizzonti di spessore variabile costituiti da sabbie grigie.

Tali materiali possiedono una bassissima permeabilità ed un'elevata capacità protettiva nei confronti della falda ma contestualmente influiscono fortemente sulle caratteristiche idrogeochimiche.

Il passaggio alla unità sottostante all'acquifero superficiale è spesso progressivo e mancante di una transizione netta ed evidente, questo fatto è motivato dal fatto che questi materiali appartengono alla stessa facies deposizionale e generazionale.



### 9.7.3 ANALISI DELLA PRESENZA DI ARSENICO, FERRO, MANGANESE E IONE AMMONIO

La presenza di metalli quali **Arsenico, Ferro e Manganese** nelle acque sotterranee della zona perilagunare veneziana, è nota ormai da anni quale condizione ubiquitaria della Media e Bassa Pianura Veneta. Infatti, le concentrazioni di tali metalli rilevate nelle acque di falda dell'area, risultano quasi ovunque abbondantemente superiori ai limiti definiti nella Tabella 2 Allegato 5 P. IV T. V del D.Lgs. 152/2006.

Lo stesso si può affermare per lo **ione Ammonio**, la sua presenza nelle acque sotterranee della media e bassa pianura veneta, soprattutto il territorio della provincia di Venezia è prevalentemente giustificata dalla sua origine naturale legata alla natura della serie quaternaria in cui sono presenti livelli torbosi.

La torba è un materiale d'origine vegetale, prevalentemente organico, originata generalmente in bacini idrici od in zone molto umide, a causa di una trasformazione incompleta di residui vegetali morti in condizioni di saturazione idrica e relativa anaerobiosi. la torba è stata rilevata in strati di potenza centimetrica in diversi sondaggi eseguiti nei terreni del sito (c.f.r. Allegato 5 scheda P2, P4, P5) oltre che ad un'importante orizzonte dello spessore di circa 40cm nel sondaggio 2255 a partire dalla profondità di 15.0 m da p.c. (cfr. Allegato 9 pag. 6). E' plausibile affermare quindi che la presenza di *ione Ammonio* non sia collegabile a fenomeni di inquinamento avvenuti in sito bensì, come si cercherà di dimostrare nel seguito, a livelli di fondo naturale normalmente registrati nella media e bassa pianura veneta. Negli ambienti anaerobi, quali quelli presenti negli acquiferi confinati del sito infatti, l'azoto esiste naturalmente nelle forme pienamente ridotte come Ammoniaca e *ione Ammonio* ( $\text{NH}_4^+$ ) appunto.

#### 9.7.3.A Analisi su scala Regionale

Le analisi delle acque sotterranee profonde presenti nelle aree della Bassa Pianura Veneta circostanti il sito di Venezia presentano una elevata percentuale di classe di qualità 0 ai sensi del D.Lgs. 152/1999 come emerso nel corso dei monitoraggi periodici eseguiti da Arpav sulla rete di monitoraggio di competenza. Ciò significa che in tali acque sono stati rilevati valori di concentrazione elevati per parametri quali Ferro, Manganese, Solfati, Cloruri e Ione Ammonio la cui presenza è stata considerata di origine naturale.

La presenza di *Manganese, Ferro e Arsenico* in concentrazioni superiori ai valori riportati in Tabella 20 del D.Lgs. 152/99 (c.f.r. Tabella 9-11) è attribuibile alla contemporanea presenza di livelli argillosi nel sottosuolo, come riscontrato dai numerosi studi idrogeologici condotti in passato. Le analisi chimico-mineralogiche eseguite sulla frazione argillosa hanno permesso infatti di stabilire che l'illite è il fillosilicato presente in percentuale maggiore nel sottosuolo veneziano (48%), seguito da Clorite (31%), Caolinite (11%) e Montmorillonite (10%). Il confronto tabellare con le composizioni chimiche medie di questi minerali argillosi, giustifica ampiamente la presenza di Fe e Mn nel territorio veneziano.

La loro presenza è il risultato della solubilizzazione di minerali presenti nei livelli argillosi, che porta alla contemporanea presenza di Fe e Mn quali parametri significativi di inquinamento naturale della falda artesiana e superficiale della Media e Bassa Pianura Veneta. [Mion F., 2002].

Una ricerca bibliografica approfondita, ha messo in evidenza tale risultato, permettendo di attribuire ai valori di concentrazione rilevati per i parametri citati una connotazione molto più vicina a valori di fondo naturale che non a contaminazione [Acque sotterranee nel Veneto - Mion F., 2002].

L'origine di queste sostanze è da ricondurre infatti alla contemporanea presenza all'interno dei corpi acquiferi di materiali argillosi. [cfr. *Le acque sotterranee della Pianura Veneta – I risultati del Progetto SAMPAS - ARPAV, Area Tecnico Scientifica - Servizio Acque Interne 2008*].

Per quanto riguarda l'Arsenico la sua presenza nelle acque sotterranee è legata alla presenza di coltri sedimentarie delle pianure alluvionali. Approfondite ricerche scientifiche hanno permesso di stabilire che la presenza di elevate concentrazioni di Arsenico si hanno in presenza di depositi di materiale molto fine con alte frazioni di materiale organico, quali argille, sedimenti fini particolarmente ricchi di idrossidi di ferro ed argille con alte percentuali di torba. L'origine naturale di questo metallo è attribuibile alla sua presenza nei minerali argillosi che, nella maggior parte dei casi, rappresentano i prodotti d'alterazione meteorica (weathering) di rocce silicatiche primarie [Acque sotterranee nel Veneto - Mion F., 2002].

Chiarite quindi le dinamiche di accumulo dell'arsenico e giustificata la sua presenza nelle porzioni più fini dei sedimenti, è plausibile ipotizzare che la sua concentrazione sia poi strettamente dipendente dalla composizione delle rocce madri da cui quei sedimenti derivano o dal tipo di acque che nel tempo sono venute a contatto con quegli acquiferi [cfr. *Le acque sotterranee della Pianura Veneta – I risultati del Progetto SAMPAS - ARPAV, Area Tecnico Scientifica - Servizio Acque Interne 2008*], in proposito si veda la numerosa documentazione tecnica e i pareri ministeriali relativa ai livelli di arsenico nei suoli e nei sedimenti della bassa pianura Veneta e in particolare nei suoli dell'entroterra veneziano.

Tali indicazioni emergono anche dall'importante studio condotto dalla Provincia di Venezia e dalla Regione del Veneto dal titolo **Indagine idrogeologica sull'area di Porto Marghera - Fase 2** del marzo 2009 che mira a far chiarezza sulla complessa situazione locale anche in riferimento alle interferenze al regolare deflusso sotterraneo connesse con la realizzazione dei marginamenti. A pag. 213 il paragrafo 9.3 - *Analisi delle concentrazioni di "origine geologica" nelle acque (fondo naturale) e quadro geologico di riferimento* riporta come [...] *E' nota da tempo la presenza di sostanze ed elementi (Al, As, Fe, Mn, NH4) presenti in acquiferi confinati per "origine geologica", corrispondenti allo "stato naturale particolare" del previgente D.Lgs. 152/1999.*

*La presenza di tali sostanze viene normalmente messa in relazione a condizioni riducenti negli acquiferi e, in particolare, nel caso dell'ammoniaca, alla presenza di torbe ed argille organiche. Tale forma di "contaminazione" e distribuita a "macchia di leopardo" secondo meccanismi, di fatto, ancora poco approfonditi. Dando per assodata, sulla base degli studi esistenti, l'origine geologica di tali concentrazioni restano aperti alcuni temi importanti [...] relativi in particolare alla quantificazione delle concentrazioni limite per discernere tra "fondo naturale" e "apporto antropico" e nella definizione delle condizioni fisico chimiche dell'acquifero che favoriscono la presenza di tali elementi o composti. Tali tematiche sono tutt'oggi oggetto di studio.*

[il documento è consultabile all'indirizzo: [http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/F707A2D7-75C4-4D53-93CA-30876D6B3C5A/0/Idrogeol\\_porto\\_marghera\\_rapporto\\_finale\\_rev03.pdf](http://www.regione.veneto.it/NR/rdonlyres/F707A2D7-75C4-4D53-93CA-30876D6B3C5A/0/Idrogeol_porto_marghera_rapporto_finale_rev03.pdf)].

Per quanto riguarda la classe di qualità delle acque sotterranee degli acquiferi della Bassa Pianura Veneta si può far riferimento alla Figura 9-4 che riporta graficamente gli esiti della campagna di monitoraggio del novembre 2008 ove vengono evidenziati graficamente gli esiti della campagna di indagine svolta da Arpav del novembre 2008; tale campagna ha visto la realizzazione di 272 campionamenti così suddivisi: 94 falda confinata, 152 falda libera 32 da sorgenti.

Tabella 9-11. Classificazione chimica in base ai parametri di base (Tabella 20 dell'allegato 1 dell'ex dlgs. 152/99).

	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 (*)
Conducibilità elettrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$ (20°C)	$\leq 400$	$\leq 2500$	$\leq 2500$	$> 2500$	$> 2500$
Cloruri	mg/L	$\leq 25$	$\leq 250$	$\leq 250$	$> 250$	$> 250$
Manganese	$\mu\text{g}/\text{L}$	$\leq 20$	$\leq 50$	$\leq 50$	$> 50$	$> 50$
Ferro	$\mu\text{g}/\text{L}$	$< 50$	$< 200$	$\leq 200$	$> 200$	$> 200$
Nitrati	mg/L di $\text{NO}_3$	$\leq 5$	$\leq 25$	$\leq 50$	$> 50$	
Solfati	mg/L di $\text{SO}_4$	$\leq 25$	$\leq 250$	$\leq 250$	$> 250$	$> 250$
Ione ammonio	mg/L di $\text{NH}_4$	$\leq 0,05$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$> 0,5$	$> 0,5$

Tabella 9-12. Definizione dello stato chimico delle acque sotterranee.

STATO CHIMICO	
CLASSE 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche.
CLASSE 2	Impatto antropico ridotto o sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche.
CLASSE 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con segnali di compromissione.
CLASSE 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti.
CLASSE 0	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3 per Ferro, Manganese, Ione Ammonio, arsenico, CE e Cloruri.

La presenza dei parametri critici relativi alla classe 0 (Ferro, Manganese, Arsenico, Ione Ammonio CE e Cloruri) in concentrazioni al di sopra dei limiti previsti per le acque destinate al consumo umano, di cui al D. Lgs. 31/01, pari in particolare a 200  $\mu\text{g}/\text{l}$  per il ferro e 50  $\mu\text{g}/\text{l}$  per il manganese, è ben circoscrivibile nella bassa pianura veneta, come risulta peraltro evidente nella Figura 9-4 appunto.

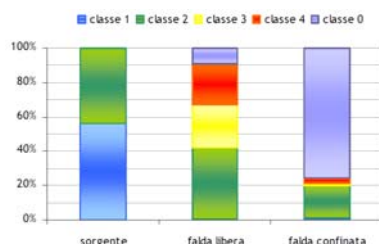


Figura 9-2. Stato Chimico (SCAS); 2008. Distribuzione della percentuale di punti di monitoraggio nelle classi chimiche per le sorgenti e per le falde confinate e libere.

La loro presenza è il risultato della solubilizzazione di minerali presenti nei livelli argillosi, che porta alla contemporanea presenza di As, Fe e Mn quali parametri significativi di inquinamento naturale della falda artesia e superficiale della Media e Bassa Pianura Veneta.

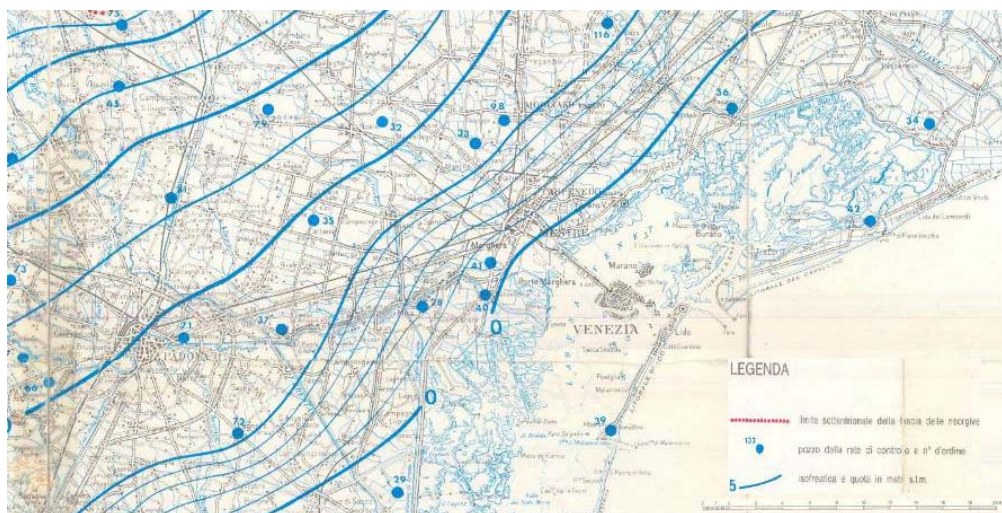


Figura 9-3. Linee isofreatiche Regione Veneto 1983

ARPAV  
Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto



arpav

campagna n. 20:

**novembre 2008**

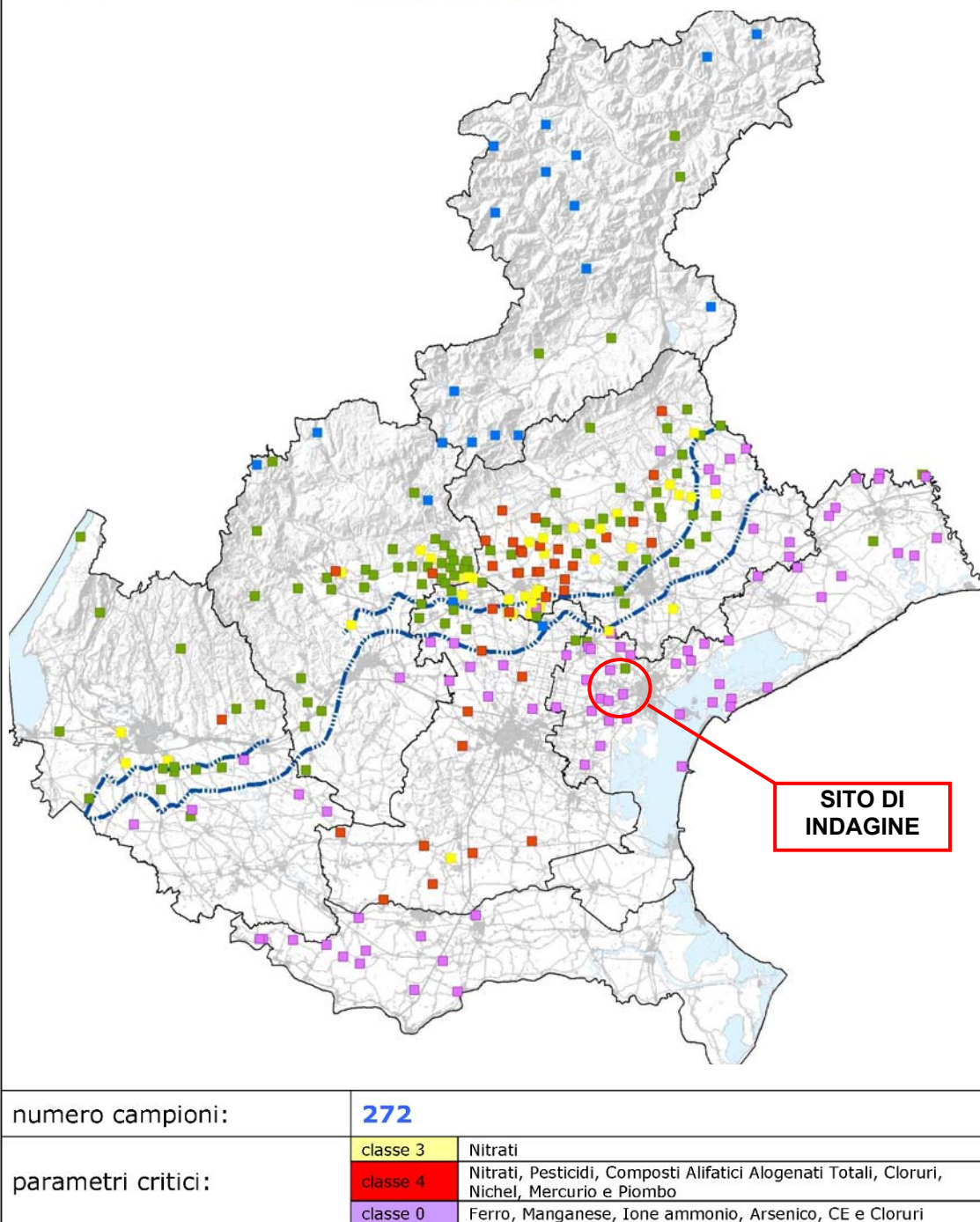


Figura 9-4. Concentrazione media dei parametri critici (campagna novembre 2008) fonte Arpav.

[http://www.arpa.veneto.it/acqua/docs/a\\_sotterranee/campagna20.pdf](http://www.arpa.veneto.it/acqua/docs/a_sotterranee/campagna20.pdf)



### 9.7.3.B Analisi su scala Provinciale

Appare utile ai fini della presente trattazione riportare gli esiti delle indagini effettuate sulle acque sotterranee nel corso dell'esecuzione dei lavori del Passante di Mestre; l'opera viabilistica è posta a monte del sito in oggetto e dista da esso meno di 6.5Km in linea d'aria.

Propedeuticamente alla realizzazione del Passante (in verde in Figura 9-5), allo scopo di caratterizzare la prima falda acquifera sono stati installati 36 piezometri in 18 siti dislocati lungo tutto il tracciato. In ciascun "lotto" sono stati predisposti 2 piezometri in diversi punti strategici; i piezometri, uno a monte ed uno a valle del tratto autostradale, sono stati fenestrati conformemente alle caratteristiche idrogeologiche della falda acquifera indicativamente da 3 a 6 metri di profondità rispetto al p.c.

I campionamenti sono stati effettuati nel 2005 per una durata di circa 7 mesi con prelievo di più di 100 campioni (ante operam); nella tabella seguente vengono riportati gli esiti analitici relativi ai parametri Manganese, Ferro e Ammoniaca.

Tabella 9-13. Concentrazioni dei Parametri Mn, Fe e  $\text{NH}_4^+$  lungo la tratta del Passante di Mestre (ante operam)

Parametro	Unità di misura	Limiti 152/2006	media	min	max
Manganese	$\mu\text{g/l}$	50	184	3	993
Ferro	$\mu\text{g/l}$	200	1172	<5	5100
Ione Ammonio	mg/l	0.5 [ISS]	2.9	<0.05	23.2

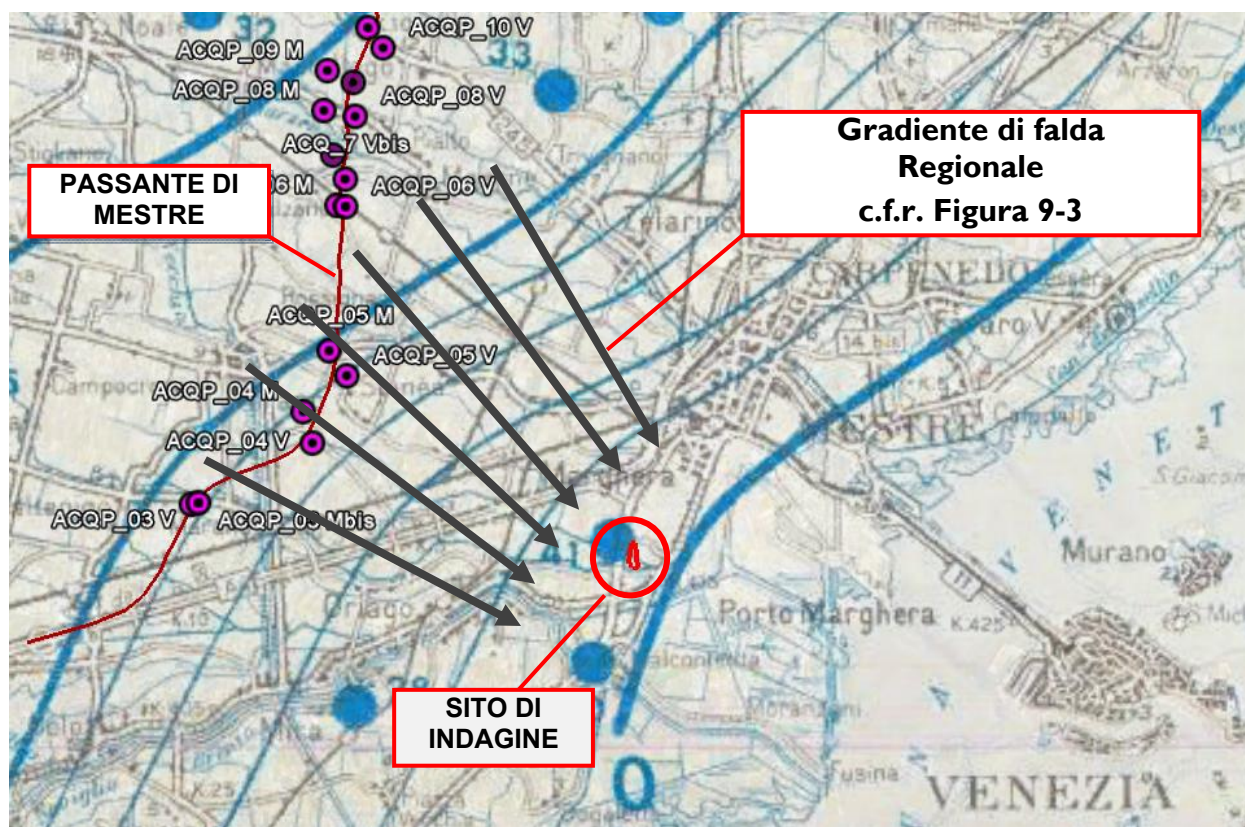


Figura 9-5. Collocazione sottogradiente del Sito di proprietà B.L.O. s.r.l. in riferimento al Passante di Mestre

Ad ulteriore sostegno di quanto sopra esposto si riportano nel dettaglio gli esiti dell'ultima campagna di monitoraggio effettuata dalla società Passante di Mestre nel corso dell'anno 2008.



I dati presentati in Tabella 9-14 sono stati estrapolati dal monitoraggio ambientale eseguito dallo Studio GEODELTA –SAGIDEP S.p.a. E si riferiscono in particolare al secondo semestre del 2008, i risultati sotto riportati sono accessibili al pubblico e disponibili al seguente indirizzo internet [http://www.passantedimestre.org/Doc/Pdf/Esiti\\_Acquesott\\_2\\_2008.pdf](http://www.passantedimestre.org/Doc/Pdf/Esiti_Acquesott_2_2008.pdf).

**Tali risultati**, così come quelli derivanti dal monitoraggio ante operam (cfr. Tabella 9-13), **evidenziano come una vasta porzione del Veneto centrale sia interessata dalla presenza diffusa di Manganese, Ferro e Arsenico nei primi acquiferi confinati in particolare a monte del sito oggetto della presente indagine**. Il parametro Ione Ammonio, seppur spesso risultato non conforme, non appare tra il novero dei superamenti in quanto non direttamente associato a limiti normativi ai sensi della normativa vigente in materia di bonifiche.

I costanti superamenti dei limiti normativi per i parametri Ferro, Manganese, Arsenico e Ione Ammonio rispecchiano in buona sostanza quanto riscontrato nel sito di proprietà B.L.O. s.r.l. in via Arduino posizionato a valle idrogeologica rispetto al Passante di Mestre.

▶ = concentrazioni entro i limiti  
 ▶ = concentrazioni eccedenti i limiti

▶ = anomalia di concentrazione anche se sotto il limite  
 ▶ = rilevata presenza

PIEZOMETRI	Data: luglio 2008	Data: settembre 2008	Data: ottobre 2008	Data: dicembre 2008
ACQP 3 Mbis	▶ Mn,Fe ▶ Btex	▶ Mn,Fe	▶ Mn,Fe	Non campionato
ACQP 3 V	▶ Mn,Fe ▶ Btex	▶ Mn,Fe,Solfati	▶ Mn,Fe	▶ Mn,Fe
PIEZOMETRI	Data: luglio 2008	Data: settembre 2008	Data: ottobre 2008	Data: dicembre 2008
ACQP 4 M	▶ Mn,Fe,As ▶ MTBE	▶ Mn, As	▶ As	▶ Mn,Fe,As ▶ Solfati
ACQP 4 Vbis	▶ As	▶ As	▶ Fe,As	▶ Fe,As
ACQP 5 M	▶ Mn, As ▶ MTBE	▶ Mn, As	▶ Mn, As	▶ Mn,Fe,As
ACQP 5 V	▶ Mn, As	▶ Mn, As	▶ Mn, As	▶ Mn
PIEZOMETRI	Data: luglio 2008	Data: settembre 2008	Data: ottobre 2008	Data: dicembre 2008
ACQP 6 M	▶ Btex,MTBE	▶ As	▶ Mn, As	▶
ACQP 6 V	▶	▶ Mn	▶ Mn	▶ MTBE
ACQP 7 M	▶ Mn ▶ Btex	▶ Mn,Fe ▶ Btex	▶ Mn ▶ Btex	Non campionato
ACQP 7 Vbis	▶ Mn,Fe ▶ Btex	▶ Mn,Fe	▶ Mn	▶ Mn,Fe
ACQP 8 M	▶ Mn, As	▶ Mn, As	▶	▶ Mn,Fe
ACQP 8 V	▶ Mn	▶ Mn	▶ Mn	▶ Mn,Fe
ACQP 9 M	▶ Mn, As	▶ Mn, As	▶ Mn, As	▶
ACQP 9 V	▶	▶	▶	▶ Mn
ACQP 10 M	▶ Fe,As	▶ As	▶ Fe,As	xxx
ACQP 10 V	▶ Mn, As	▶ Mn,Fe,As	▶ Mn, As	▶ Fe

Tabella 9-14. Esiti monitoraggio acque sotterranee Passante di Mestre (fonte [www.passantedimestre.org](http://www.passantedimestre.org))

### 9.7.3.C Analisi su scala Locale

A livello locale è stata condotta una breve indagine in merito ai valori di concentrazione di Arsenico, Ferro, Manganese e, ove ricercato, dello Ione Ammonio in aree limitrofe o di tipo agricolo ubicate all'interno del SIN.

In Tabella 9-15 vengono indicati alcuni siti oggetto della ricerca dei quali viene fornito un breve sunto della contaminazione riscontrata con particolare riferimento ai parametri Arsenico Ferro e Manganese (la determinazione della concentrazione dello Ione Ammonio non è prevista dal “Protocollo Operativo” ma viene prescritta in particolare per le Aree Agricole e per tale motivo spesso non appare tra il novero dei superamenti riscontrati).

Tabella 9-15. Descrizione stato di contaminazione acque sotterranee entro S.I.N.

N°	SITO	DESCRIZIONE DELLA CONTAMINAZIONE	UBICAZIONE
1	Nodo Idraulico Ca' Emiliani - Impianto di depurazione area "Rana"	Arsenico Ferro Manganese Alluminio	L'area è posta a confine ovest con il sito in oggetto
2	TERNA, S/E Villabona via delle Querce – area Bottenigo	Arsenico Ferro Manganese Ione ammonio	L'area è posta a circa 1 km in direzione nord rispetto al sito in oggetto

Nel sito denominato “Nodo idraulico Cà Emiliani – impianto depurazione della Rana” sottoposto a caratterizzazione ambientale, è stata registrata la presenza in falda di Arsenico, Ferro e Manganese in concentrazioni superiori ai limiti di tabella 2 per le acque sotterranee, il parametro Ammoniacale non era stato ricercato.

I valori di concentrazione riscontrati, validati da Arpav, appaiono direttamente correlabili con quanto riscontrato nell'adiacente area B.L.O. s.r.l. come di seguito descritto

Tabella 9-16. Confronto con i superamenti riscontrati nel sito posto sul confine ovest

Parametro	Unità di misura	Limiti 152/2006	SITO Nodo idraulico Cà Emiliani Anno 2008		SITO B.L.O. via ARDUINO			
					(Gennaio 2011)		(Gennaio 2011)	
			Falda superficiale	1° Falda	Falda superficiale	1° Falda	Falda superficiale	1° Falda
Arsenico	µg/l	10	4.3	34	33	65	54	122
Ferro	µg/l	200	1345	1260	108	16	1800	1916
Manganese	µg/l	50	240	787	123	76	594	94
Ammoniacale	mg/l	0.5 [I.S.S.]	n.d.	n.d.	0.21	7.3	2.38	3.24

Nel sito di proprietà di Terna s.p.a., sottoposto a caratterizzazione ambientale, sono state rinvenute nelle acque sotterranee concentrazioni dei parametri Arsenico, Ferro, Manganese e Ione Ammonio

paragonabili a quelle riscontrate nel sito oggetto della presente relazione; in tabella seguente vengono evidenziati i superamenti riscontrati nel sito Terna di Villabona nel maggio 2010:

Tabella 9-17. Confronto con i superamenti riscontrati nel sito Terna distante 1 km dall'area B.L.O.

Parametro	Unità di misura	Limiti 152/2006	SITO TERNA		SITO B.L.O. via ARDUINO			
			Villabona 1° Stralcio maggio 2010		(Gennaio 2011) range		(Giugno 2011) range	
			Falda superficiale*	1° Falda	Falda superficiale	1° Falda	Falda superficiale	1° Falda
Arsenico	µg/l	10	1.0	92	2 - 33	<1.0 - 65	<1.0 - 54	30 - 122
Ferro	µg/l	200	180	470	< 5.00 - 108	5 - 16	1224 - 1800	724 - 1916
Manganese	µg/l	50	250	285	61 - 123	20 - 76	89 - 594	38 - 94
Ammoniaca	mg/l	0.5 [I.S.S.]	<0.1	9.5	<0.02 - 0.21	0.06 - 7.3	1.14 - 2.38	1.35 - 3.24

\* Un solo piezometro investigato

Si può notare chiaramente come i valori riscontrati al perimetro e a circa 1 km di distanza si ripropongano più o meno con lo stesso ordine di grandezza anche nel sito in oggetto rafforzando il parere che le concentrazioni rilevate nelle acque sotterranee nel corso delle indagini del 2011 si configurino come una presenza diffusa la cui origine non possa essere ascritta a fenomeni di contaminazione antropica puntuale.

Le concentrazioni di Arsenico, Manganese e ione Ammonio riportate in Tabella 9-17 relativamente al sito Terna di Villabona sono state definite da Arpav con comunicazione del 23.07.2010 di cui al protocollo 91325/2010 trasmessa al Ministero dell'Ambiente come: *“compatibili e confrontabili con quelli rilevati in aree della pianura veneta in cui non sono state individuate potenziali sorgenti di contaminazione e quindi attribuibili all'origine naturale o, comunque, diffusa”*.

Il confronto dei dati analitici determinati nelle acque sotterranee dell'area di proprietà della società B.L.O. S.r.l. con quelli determinati nelle altre aree citate permette di verificare che:

- Per il parametri Arsenico, Manganese e Ione Ammonio i valori riscontrati nelle acque del riporto e di prima falda assumono valori del medesimo ordine di grandezza e paragonabili tra di loro e comunque uniformi;
- Per il parametro Ferro si evidenziano due situazioni differenti:
  - Campagna di gennaio 2011: i valori riscontrati nelle acque del riporto e di prima falda assumono valori del medesimo ordine di grandezza e paragonabili tra di loro e comunque uniformi;
  - Campagna di giugno-luglio 2011: i valori riscontrati nell'area B.L.O. S.r.l. risultano superiori a quelli determinati a gennaio 2011 e nelle altre aree prese in considerazione per il confronto.

La forte variabilità delle concentrazioni dei predetti parametri all'interno del S.I.N. comporta notevoli difficoltà nel definire precisi valori di “fondo naturale” in particolare risulta poco agevole la distinzione tra valori di concentrazione normalmente presenti negli acquiferi da quelli effettivamente correlati a episodi puntuali di inquinamento indotto delle falde che, all'interno del Petrolchimico in particolare, fanno registrare uno stato di qualità fortemente compromesso. Ad ogni buon conto appare evidente che i parametri As, Fe, Mn e Ione Ammonio sono spesso rilevati al di sopra dei limiti normativi nell'intero

S.I.N. e allo stesso tempo gli stessi parametri, in concentrazioni del tutto comparabili, vengono rinvenuti in una vasta ed estesa area a monte idrogeologica del S.I.N. stesso, come confermato dall'analisi dei dati relativi al monitoraggio del passante di Mestre (c.f.r. Figura 9-5, Tabella 9-13 e Tabella 9-14).

#### 9.7.3.D Analisi Sito specifica

A scala di sito infine è stata condotta un'analisi volta a verificare l'assenza di aumenti di concentrazione all'interno del sito stesso; in Tavola 7 sono riportati i risultati ottenuti nelle due campagne di indagine su planimetria al fine di verificare la distribuzione spaziale della contaminazione.

La verifica ha consentito di escludere sostanziali aumenti per tutti e quattro gli elementi eccedenti i limiti lungo una qualsiasi direttrice principale; i superamenti si ripropongono infatti in maniera uniforme in tutti i piezometri investigati.

Considerando infatti gli esiti delle campagne di monitoraggio freaticometrico (riportate in Figura 9-1) si evince come gli andamenti di falda di entrambi gli acquiferi risultino fortemente influenzati da due punti di basso idrogeologico posti al confine ovest del sito.

Analizzando i dati analitici riportati in Tabella 9-5 e in Tabella 9-10 e relazionando gli stessi agli andamenti di falda riportati in Figura 9-1 si denota una distribuzione sostanzialmente uniforme di tutti i parametri inorganici rilevati con assenza di incrementi sostanziali delle concentrazioni secondo una direttrice prestabilita.

Il sito è attualmente privo di edifici e incolto, nel passato non è mai stato interessato da attività produttive e/o depositi di rifiuti tali da aver influenzato le caratteristiche delle acque sotterranee, inoltre in tutti i sondaggi realizzati sono stati riscontrati elevati spessori di terreno impermeabile tale da formare uno sbarramento alla eventuale lisciviazione e percolazione in falda.

Si evidenzia inoltre che, ad esclusione di un singolo superamento su 104 campioni per il solo parametro Arsenico, tutti i campioni sono risultati esenti da fenomeni di contaminazione con valori sempre al di sotto dei limiti di colonna B e in particolare prossimi ai limiti di colonna A tabella 1 allegato 5 Parte IV Titolo V del D.Lgs 152/2006.

In tutti e tre gli acquiferi investigati in sito inoltre sono state rinvenute condizioni riducenti con potenziali redox negativi e/o prossimi al valore di 50 mV e basse concentrazioni di ossigeno disciolto (generalmente inferiori a 5 mg/l); anche i solfati sono risultati sostanzialmente bassi con concentrazioni medie di poco superiori ai 50 mg/l.

I terreni manifestano inoltre la contemporanea presenza di minerali argillosi e materiale organico (torba).

#### 9.7.3.E Considerazioni conclusive in merito all'analisi della presenza di Arsenico, Ferro, Manganese e Ione Ammonio nelle acque sotterranee

Alla luce di quanto sopra esposto possiamo concludere che sia a livello Regionale (c.f.r. Figura 9-4) che su scala Provinciale (c.f.r. Figura 9-5, Tabella 9-13 e Tabella 9-14) che su scala locale (cfr. Tabella 9-15, Tabella 9-16 e Tabella 9-17) la presenza dei composti inorganici individuati nelle acque sotterranee del sito di proprietà B.L.O. s.r.l. nel corso delle indagini del 2011 possa ritenersi di **origine naturale e/o di tipo diffuso.**

È stato verificato che la distribuzione dei composti inorganici rilevati nelle acque sotterranee del sito risulta essenzialmente uniforme con assenza di incrementi sostanziali delle concentrazioni secondo una direttrice prestabilita.

Sono state rinvenute negli acquiferi una serie di condizioni idrogeochimiche (cfr 9.7.3.D) indicatrici e che giustificano la presenza dei superamenti riscontrati.

Va inoltre sottolineato che i suddetti elementi o composti inorganici non risultano pertinenti ad alcuna attività svolta nel passato nel sito o nelle aree a monte idrogeologica rispetto allo stesso; gli stessi parametri non sono stati riscontrati in concentrazioni elevate nei terreni del sito inoltre gli importanti orizzonti di terreni coesivi, riscontrati uniformemente nei sondaggi realizzati, ne avrebbero comunque impedito la percolazione negli acquiferi sottostanti

L'Arsenico il Ferro e il Manganese sono metalli comunemente contenuti nelle rocce del bacino imbrifero e degli acquiferi Bassa Pianura Veneta; la loro presenza nelle acque di falda può considerarsi quindi di origine geogenica e non pertinente a fenomeni di contaminazione antropica, tale assunzione è ribadita da Arpav alla pagina [http://www.arpav.veneto.it/acqua/htm/acque\\_sotterranee\\_app3.asp#13](http://www.arpav.veneto.it/acqua/htm/acque_sotterranee_app3.asp#13) ove si riporta quanto segue:

*“I **contaminanti naturali** sono quelli che possono essere presenti per fattori di **natura geologica, geochimica e mineralogica**, indipendentemente da attività umane. Gli inquinanti naturali trovati più frequentemente sono **arsenico , ferro, manganese** (in quanto ioni presenti nei reticoli cristallini dei minerali argillosi), e **ione ammonio** (nelle aree paludose o costiere, in presenza di livelli torbosi) in vaste aree della Media e Bassa Pianura Veneta, soprattutto per quanto riguarda il territorio veneziano.”.*

## 10. MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO

Il Modello Concettuale Definitivo è la base tecnica sulla quale poggia la successiva fase di modellazione matematica che consente infine la valutazione del rischio sanitario in termini numerico probabilistici.

Si compone fondamentalmente di tre fattori:



Per la sussistenza del rischio è necessario che in un dato sito siano presenti tutte e tre le componenti del modello concettuale.

In questa fase vengono identificate le caratteristiche generali del sito utili a determinare il quadro ambientale di riferimento e comprendenti:

- Storia del sito (cfr. § 4)
  - Inquadramento geologico ed idrogeologico (cfr. § 9.1 e 9.2)
  - Descrizione della sorgente secondaria della contaminazione che a sua volta consiste nella descrizione dei seguenti punti:
    - Caratteristiche quali-quantitative (cfr. § 9.7.3),
    - Definizione delle possibili vie di dispersione e migrazione degli inquinanti (cfr. § 10.1.3),
- Descrizione delle possibili vie di propagazione della contaminazione; (cfr. § 10.2.1),

Le informazioni contenute nei capitoli precedenti unitamente a quanto riportato al presente capitolo consentono la sua stesura *Definitiva* del Modello Concettuale del sito.

Il presente capitolo pertanto va a precisare quanto già riportato nel Piano approvato entrando nel dettaglio per quanto riguarda l'uso del suolo, le attività lavorative, le possibili fonti di contaminazione, la presenza di ricettori on e off site in riferimento alla destinazione d'uso attuale e futura del sito.



## 10.1 SORGENTE SECONDARIA DELLA CONTAMINAZIONE

Nel presente paragrafo vengono riproposti in breve gli esiti delle indagini svolte sull'area in oggetto.

### 10.1.1 SORGENTE SECONDARIA MATRICE TERRENI

Le analisi chimiche svolte sui suoli del sito in oggetto **confermano dunque l'assenza di contaminazione dei suoli con valori di concentrazione di tutti i parametri ricercati inferiori ai limiti di colonna B tabella I allegato 5 D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. ad eccezione di un unico superamento per il parametro arsenico rilevato nel campione 4 del sondaggio 2255 alla profondità tra 2.6 e 3.2m da p.c.**

Nel corso dell'esecuzione delle perforazioni a carotaggio continuo per la realizzazione di sondaggi e piezometri **non sono mai stati rinvenuti rifiuti industriali interrati.**

L'unico superamento riscontrato in tutti i campioni analizzati è il seguente:

- **Arsenico**                      **94 mg/Kg s.s. contro un limite di 50 mg/Kg s.s.**

Dall'esame stratigrafico (cfr. Allegato 9 pag. 5) si evince che tale superamento è stato riscontrato in un orizzonte di Argilla debolmente limosa consistente e non plastica (caranto) seguito, in senso verticale da un orizzonte limoso argilloso che va da 3.2 m a 8.1 m da p.c., tale stratigrafia consente di poter trascurare fenomeni di lisciviazione in falda; ai fini statistici tale valore si configura come un outlier e pertanto potrebbe venire trascurato, cautelativamente si procederà a far girare il modello per verificare l'ininfluenza di tale parametro nei confronti del rischio come conseguenza diretta della volatilità nulla del contaminante in questione e della sua presenza nelle acque sotterranee a valori paragonabili a fondo naturale.

In particolare i risultati analitici riportati in Tabella 9-4 escludono completamente la presenza nei suoli di Idrocarburi Policiclici Aromatici, Solventi Organici Alogenati, Nitrobenzeni, Clorobenzeni e Fitofarmaci con valori quasi sempre al di sotto del limite di rilevabilità, anche i composti inorganici sono risultati in concentrazioni molto basse e quasi sempre addirittura inferiori ai limiti di colonna A per siti ad uso residenziale.

### 10.1.2 SORGENTE SECONDARIA MATRICE ACQUE SOTTERRANEE

Come ampiamente illustrato al § 9.7.3 nei piezometri del sito sono stati rilevati alcuni superamenti relativamente ai parametri Arsenico, Ferro Manganese e ione Ammonio dei quali si è ampiamente discusso in precedenza.

Il rinvenimento di orizzonti coesivi in tutti i sondaggi effettuati consente di poter trascurare, ai fini del rischio per la salute umana, i rischi provenienti dagli acquiferi confinati concentrando l'attenzione quindi sui piezometri fenestrati nell'acquifero superficiale e sui relativi superamenti riscontrati.

A scopo cautelativo si procederà ad effettuare una verifica del rischio derivante dalla Prima Falda, di seguito vengono riproposti in maniera riassuntiva gli esiti delle diverse campagne di indagine sulle acque

sotterranee ponendo in evidenza i valori massimi che verranno considerati come rappresentativi dell'intero acquifero relativo.

Stanti gli importanti orizzonti coesivi riscontrati nella terebrazione del piezometro 2255 (cfr stratigrafia Allegato 9) non verrà computato il rischio derivante dai superamenti registrati in Seconda Falda in quanto ovviamente inferiori rispetto a quanto determinato per la Prima Falda.

I due acquiferi considerati hanno manifestato i seguenti valori massimi come desunto dalle 2 campagne di indagine del gennaio 2011 (cfr. Tabella 9-5) e del giugno 2011 (cfr. Tabella 9-10 e Tavola 7):

Tabella 10-1. Riepilogativo superamenti acque *acquifero superficiale* – valori massimi riscontrati

Piezometro	U.d.M	CSC	P1	P4	P6	P8
Arsenico	µg/l	10	<b>54</b>	20	24	27
Ferro	µg/l	200	<b>1800</b>	1596	1224	1650
Manganese	µg/l	50	371	547	123	<b>594</b>
Ione Ammonio	µg/l	0.5*	1.15	1.14	<b>2.38</b>	1.17

Tabella 10-2. Riepilogativo superamenti acque *prima falda* – valori massimi riscontrati

Piezometro	U.d.M	CSC	P2	P3	P5	P7
Arsenico	µg/l	10	39	31	65	<b>122</b>
Ferro	µg/l	200	1894	<b>1916</b>	1572	724
Manganese	µg/l	50	<b>94</b>	76	89	90
Ione Ammonio	mg/l	0.5*	1.35	3.24	7.12	<b>7.26</b>

\* Parere I.S.S. nota prot. 641488 IA 12

Si evidenzia una diminuzione del parametro Manganese nel passaggio tra l'acquifero superficiale e la prima falda, e una sostanziale uniformità per tutti gli altri parametri eccedenti i limiti.

I valori massimi registrati rispettivamente per i due acquiferi indagati risultano essere pertanto:

#### Falda superficiale

- **Arsenico**                    **122 µg/l** contro un limite di 10 µg/l
- **Ferro**                        **1800 µg/l** contro un limite di 200 µg/l
- **Manganese**                **594 µg/l** contro un limite di 50 µg/l
- **Ione Ammonio**            **2.38 mg/l** contro un limite di 0.50 mg/l

#### Prima Falda

- **Arsenico**                    **65 µg/l** contro un limite di 10 µg/l
- **Ferro**                        **1916 µg/l** contro un limite di 200 µg/l
- **Manganese**                **94 µg/l** contro un limite di 50 µg/l
- **Ione Ammonio**            **7,26 mg/l** contro un limite di 0.50 mg/l

### **10.1.3 MOBILITÀ DEI CONTAMINANTI NELLE DIVERSE MATRICI AMBIENTALI**

In questo paragrafo viene esaminata la mobilità dei diversi contaminanti rinvenuti nella sola matrice acque sotterranee.

Nei terreni l'unico superamento delle CSC è relativo al parametro Arsenico rilevato in concentrazione di 94 mg/kg s.s. risulta dotato di bassa mobilità relativamente ai percorsi di volatilizzazione outdoor e indoor mentre, a livello teorico, potrebbe verificarsi il fenomeno della lisciviazione in falda che però, nel caso in oggetto è da escludersi in quanto il superamento riscontrato appare relativo ad un livello di argille sovraconsolidate dotato di permeabilità verticale bassissima tale da costituire acquiclude tra gli acquiferi e pertanto non interessato a fenomeni di lisciviazione.

I contaminanti Arsenico, Ferro Manganese rinvenuti nelle acque sotterranee appaiono dotati di *bassa o nulla mobilità* relativamente alla volatilizzazione nell'atmosfera ambiente e nel gas interstiziale mentre verso le acque superficiali sono dotati di mobilità *medio-bassa*.

## 10.2 PERCORSI DI ESPOSIZIONE

La stima del rischio per i recettori umani verrà svolta computando l'effettiva concentrazione degli inquinanti al punto di esposizione a partire dalle concentrazioni rinvenute nelle diverse matrici ambientali.

Tale computo è effettuato sulla base di una valutazione preliminare in merito ai possibili percorsi di esposizione. I percorsi di esposizione a loro volta risultano funzione dello stato effettivo dei luoghi in quanto questi influenzano direttamente la possibilità o meno di considerare un percorso attivo piuttosto che un'altro.

Allo **Stato di Fatto** l'area risulta inutilizzata e non presidiata pertanto viene a mancare il potenziale BERSAGLIO della contaminazione vanificando di fatto il calcolo del rischio.

L'attenzione si concentra pertanto sul **Futuro** dell'area che consente, data la destinazione d'uso, l'instaurarsi di attività commerciali. Verrà analizzato pertanto uno scenario futuro pienamente plausibile con gli strumenti urbanistici e con il contesto nel quale insiste l'area.

Si farà riferimento ad un sito commerciale con presenza di aree esterne pavimentate (parcheggi) e aree non pavimentate (aree verdi, aiuole); la presenza umana più significativa è data dai lavoratori del settore commerciale e risulta essere continua sulle 8 ore lavorative per 250 giorni all'anno.

Nei pressi del sito sono presenti molti altri capannoni commerciali per cui verrà preso in considerazione anche il percorso di esposizione relativo ai ricettori off-site in area commerciale industriale.

Tutti i lavoratori presenti in sito saranno debitamente formati sulle possibili problematiche ambientali, e saranno vestiti in modo idoneo e dotati di tutti i dispositivi di sicurezza previsti.

### 10.2.1 PERCORSI DI ESPOSIZIONE ATTIVI

L'area risulterà completamente recintata verso l'esterno. Le aree scoperte del sito non saranno completamente pavimentate se non per le porzioni di viabilità interna costituita da strade in asfalto e da piazzali adibiti a parcheggi.

Alla luce dei risultati analitici sui campioni di suolo (c.f.r. Tabella 9-4) è possibile escludere i percorsi di esposizione derivanti dal suolo quali: Ingestione di suolo e Contatto Dermico con suolo superficiale inalazione di polveri indoor e outdoor, on site e off-site come diretta conseguenza dell'assenza di contaminazione nel suolo superficiale (top soil e 1m da p.c) in tutti i campioni analizzati; viene escluso inoltre l'inalazione di vapori indoor e outdoor da suolo profondo in quanto l'unico superamento riscontrato è ascrivibile al parametro arsenico dotato di volatilità nulla.

L'ingestione di acque di falda è esclusa data l'assenza di pozzi ad uso idropotabile e irriguo pescanti negli acquiferi superficiali e confinati in tutto il SIN di Porto Marghera stante quanto imposto dal Regolamento Edilizio Vigente del Comune di Venezia.

La presenza continua di importanti orizzonti impermeabili rinvenuti in tutti i sondaggi realizzati consentirebbe, a ragione, di escludere il percorso *inalazione di vapori in e outdoor dalla falda* (on site e off site) degli analiti individuati negli acquiferi confinati nel corso delle indagini. Gli elevati spessori di argille sovra consolidate consentono infatti di ritenere trascurabile la volatilizzazione di composti volatili rinvenuti in falda verso i bersagli umani. Si vedrà in seguito che a scopo cautelativo si procederà a far girare il modello anche per questi 2 percorsi, i risultati confermeranno le assunzioni sopraesposte.

A livello teorico rimarrebbe attivo quindi il percorso di esposizione connesso all'*inalazione di vapori dalla falda superficiale e prima falda outdoor e indoor*.

Per quanto concerne infine il *rischio per la falda*, seppur ritenendo che gli elementi e i composti rilevati in sito in concentrazione superiore ai limiti normativi non costituiscano aggravio relativamente alla condizione naturale di passività ambientale, già certificata dagli Enti di controllo preposti (cfr Figura 9-4), così come definita sulla base delle numerose campagne di indagine condotte sugli acquiferi della media e bassa pianura veneta dagli Enti preposti, verrà comunque calcolato il rischio per il corpo idrico superficiale “Laguna di Venezia” da *falda superficiale* e da *prima falda*. Di seguito vengono brevemente riassunti i possibili percorsi di esposizione che risulteranno attivi a seguito della realizzazione delle opere consentite dall'attuale destinazione d'uso del sito.

Nella seguente tabella vengono riassunti i percorsi potenzialmente attivi.

Tabella 10-3. Modalità potenziale di esposizione dalla Falda – PDC area B.L.O.

SORGENTE	MECCANISMI DI TRASPORTO	MODALITA' DI ESPOSIZIONE	BERSAGLIO ON-SITE	BERSAGLIO OFF-SITE
Acque del riporto	Diretti	Ingestione	no	no
	Volatilizzazione da falda	Inalazione vapori outdoor	si	si
		Inalazione vapori indoor	si	no
	Migrazione delle acque verso la Laguna	Rischio per la Laguna	no	no
Acque della prima falda	Volatilizzazione da falda	Inalazione vapori outdoor	si	si
		Inalazione vapori indoor	si	no
	Migrazione delle acque al punto di conformità	Rischio per la Laguna	no	si

L'analisi svolta al presente paragrafo e riassunta in Tabella 10-3 sottolinea come, in relazione agli esiti della caratterizzazione, sia possibile escludere la maggior parte dei percorsi di esposizione come conseguenza diretta di:

- Assenza di contaminazione nei suoli superficiali del sito
- Presenza di un solo superamento per Arsenico in suolo profondo (> 2.60 m da p.c.)

- Presenza continua sul sito di spessori di terreno impermeabile superiori al metro
- Presenza in falda di soli contaminanti inorganici di origine naturale

La superficie relativa alla falda del riporto è stata considerata estesa a tutto il sito con dimensioni pari alle massime dimensioni del sito i.e.  $530 \times 160 = 84800 \text{ m}^2$  in funzione del fatto che tutti i 4 piezometri in falda superficiale hanno tutti fatto registrare almeno un superamento; discorso analogo è valevole per la prima falda. L'assunzione di considerare tutta la superficie del sito come dimensione della sorgente si configura come ipotesi estremamente cautelativa.



### 10.3 BERSAGLI – DESCRIZIONE DEI POSSIBILI RICETTORI

Nel presente paragrafo vengono descritte le caratteristiche dei possibili ricettori presenti in sito seguendo la sequenza di dati proposta da ISPRA nel documento “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio” in particolare l'Appendice I – Stima dei fattori di esposizione.

La destinazione urbanistica del suolo in esame è **Commerciale** inserita in un contesto commerciale/industriale, pertanto i possibili **ricettori on site** umani in sito si riducono ai **lavoratori** così come **ricettori offsite**.

Relativamente ai lavoratori on site la previsione futura di fruizione del sito, descritta nel precedente paragrafo 10.2, comporterà la creazione di volumi fuori terra ai quali è direttamente collegata un'esposizione indoor.

L'esposizione riguarda essenzialmente il comportamento dei ricettori nei confronti dei contaminanti e dipende soprattutto dalla combinazione specifica delle componenti del MCS. Essa è caratterizzata, in relazione alle diverse sostanze ed ai diversi percorsi, dai seguenti principali fattori:

- Tempo medio di esposizione
- Frequenza di esposizione
- Durata dell'esposizione

Ai fini del calcolo del rischio è necessario che tutti e tre i fattori [Sorgente – Percorso – Bersaglio] esistano e siano attivi; gli esiti delle indagini condotte sui suoli e sulle acque hanno evidenziato la pressoché totale assenza di contaminazione per quanto riguarda i suoli e la presenza di alcuni elementi nelle acque di falda ai quali è associabile il solo percorso di volatilizzazione in relazione alla destinazione d'uso del sito e alle attività che insisteranno sulle aree investigate.

**Verrà di seguito proposto il calcolo del rischio per i bersagli sopraindicati derivante dai contaminanti di origine naturale registrati nella falda superficiale e nella prima falda, differenziando opportunamente gli inquinanti inseriti nel modello come riportato al § 10.1.**

## 10.4 MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO DI SITO

A seguito degli esiti analitici sui campioni di acque e terreno prelevati in sito è stato possibile elaborare il Modello Concettuale Definitivo di cui viene riportata, nella seguente

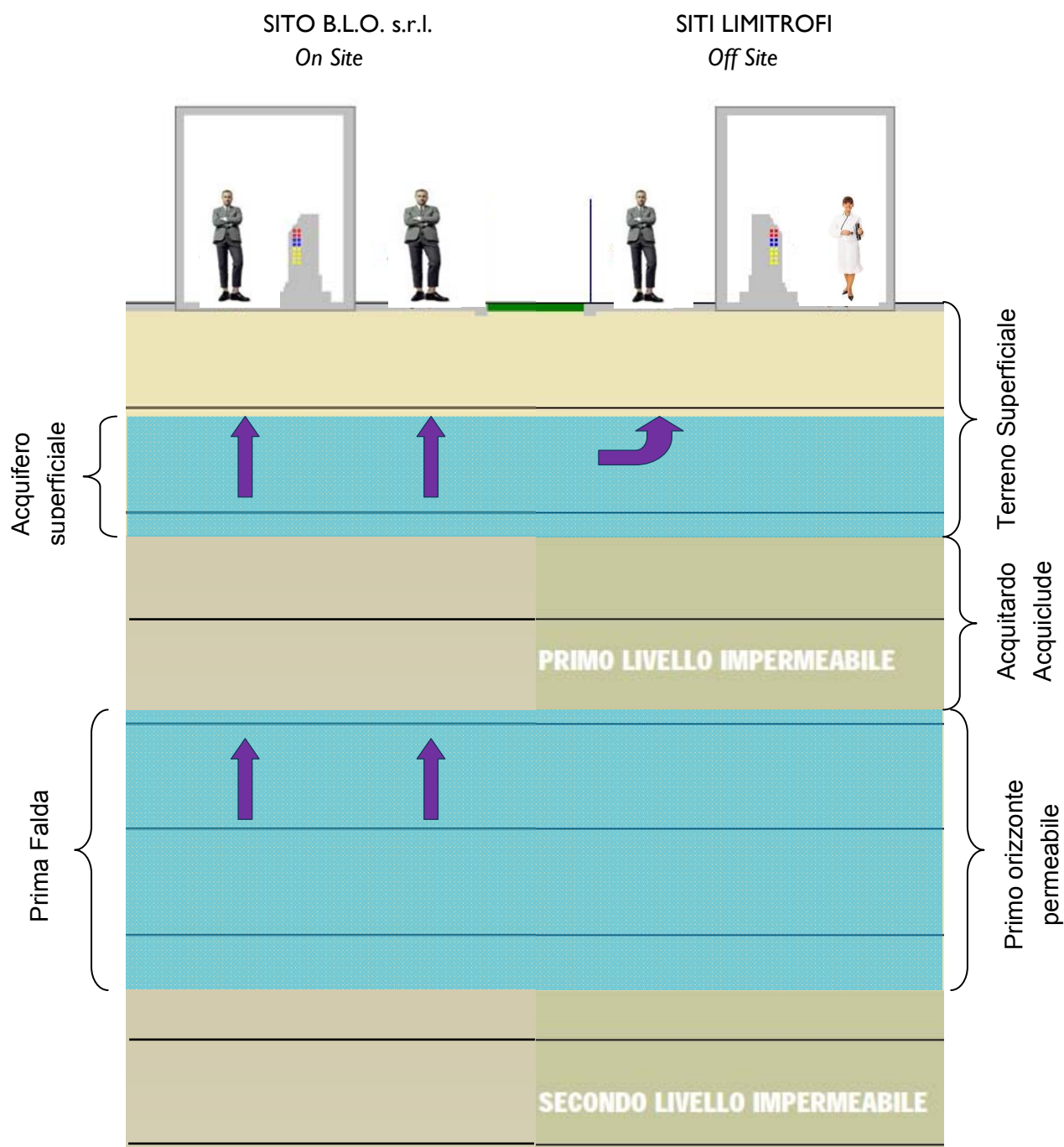


Figura 10-1. Modello Concettuale Definitivo - Sezione Concettuale (cautelativa)

## 11. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA

La metodologia di Analisi di Rischio prende spunto dalla procedura denominata “Risk Based Corrective Action (RBCA)” contenuta nello: “Standard Guide for Risk Based Corrective Action applied at Petroleum Release Sites”, ASTM, E 1739-95 e nel relativo documento di aggiornamento (ASTM PS104-98).

La presente valutazione del rischio (Tier II) utilizza semplici equazioni che si basano, in generale, su bilanci di massa degli inquinanti e sulla distribuzione degli inquinanti stessi nelle diverse fasi presenti nel sottosuolo (ad esempio, la distribuzione degli inquinanti nella fase aeriforme al fine di valutarne la capacità di volatilizzazione).

Non sempre però, tali modelli, proprio a causa della loro semplicità, sono in grado di rappresentare con sufficiente precisione tutti i meccanismi di diffusione a cui sono soggetti gli inquinanti presenti nel sito. Per ovviare a questa mancanza, verranno utilizzate ipotesi e scenari "ragionevolmente conservativi": ciò significa che, nella scelta dei parametri da utilizzare per l'analisi del rischio e nella definizione di scenari e vie di esposizione, verranno proposti valori e soluzioni in grado di essere prudenziali per la valutazione del rischio individuale. Nel caso di mancanza o insufficienza di dati verranno quindi operate delle scelte "sufficientemente conservative" che si basano su:

- giudizio professionale;
- valori di "default" proposti dall'EPA, dall'ASTM che risultino comunque conservativi per l'Analisi di Rischio;
- valori proposti dall'APAT (marzo 2008).

La presente Analisi di Rischio di livello II è stata redatta utilizzando la procedura internazionale ASTM PS 104-98, sviluppata attraverso l'ausilio del software “RBCA Tool Kit for Chemical Releases, Version 2.5” e svolta secondo due differenti modalità:

- Forward o diretta, ovvero date le concentrazioni ambientali rilevate viene calcolato il rischio per le diverse vie di esposizione considerate.
- Backward o inversa, ovvero definito un rischio ammissibile, si calcolano le concentrazioni obiettivo della bonifica o CSR (Concentrazioni Soglia del Rischio) secondo l'attuale normativa.

Lo studio si è svolto prendendo come riferimento i seguenti documenti tecnici:

- Documento di riferimento per la determinazione e la validazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell'applicazione dell'analisi di rischio ai sensi del DLgs 152/06 (gruppo di lavoro Analisi di Rischio. ISPRA-ARPA-ISS-ISPEL - Ottobre 2007);
- Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati Revisione 2 – Marzo 2008
- Giuditta ver. 3.1 – ANALISI DI SENSITIVITA' (Provincia di Milano, Settore Rifiuti e Bonifiche);
- Software Guidance Manual - RBCA Tool Kit for Chemical Releases - Risk-Based Corrective Action Tool Kit - Version 2
- Nota ISPRA Prot. 30799 del 05/10/2007 e revisione Giugno 2008
- Banca dati ISS ISPEL aggiornamento Maggio 2009
- Allegato 1 al Titolo V Parte IV del D.Lgs 152/2006 e s.m.i

La stima del rischio (R) effettuata per mezzo di appositi software si basa sul seguente prodotto:

$$R_{\text{calc}} = E \times T \quad (1)$$

dove E ([mg/kg d]) rappresenta l'assunzione cronica giornaliera del contaminante e T ([mg/kg\*d]<sup>-1</sup>) la tossicità dello stesso.

Il fattore E è dato dal prodotto tra la concentrazione, calcolata in corrispondenza del punto di esposizione C<sub>poe</sub>, es. [mg/m<sup>3</sup>], e la portata effettiva di esposizione EM, es. [m<sup>3</sup>/kg d].

$$E = C_{\text{poe}} \times EM \quad (2)$$

Con

$$EM = \frac{CR \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (3)$$

Dove CR è il tasso di contatto con il mezzo contaminato mentre C<sub>poe</sub> è data da

$$C_{\text{poe}} = FT \times C_s \quad (4)$$

con FT Fattore di Trasporto variabile a seconda del percorso di esposizione selezionato.

Il calcolo del rischio viene a questo punto suddiviso tra rischio derivante da sostanze cancerogene e rischio derivante da sostanze non cancerogene; la differenza fondamentale consiste nel fatto che le sostanze cancerogene inducono un rischio incrementale con l'esposizione mentre le sost. non cancerogene inducono rischio solo se viene costantemente superata una determinata dose di riferimento specifica per ogni sostanza.

Pertanto si avranno le seguenti relazioni:

nel caso di effetti cancerogeni:

$$R = E \times SF \quad (5)$$

Dove R (Rischio [adim]) rappresenta la probabilità di casi incrementali di tumore nel corso della vita, causati dall'esposizione alla sostanza rispetto alle condizioni di vita usuali, SF (Slope Factor [mg/kg d]<sup>-1</sup>) (come descritto nel paragrafo 3.1.5) indica la probabilità di casi incrementali di tumore nella vita per unità di dose, ed E è mediata su di un periodo di esposizione pari a 70 anni (AT = 70 anni).

Nel caso di effetti tossici, non cancerogeni:

$$HQ = E / RfD \quad (6)$$

Dove HQ (Hazard Quotient [adim]) è un 'Indice di Pericolo' che esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la dose giornaliera tollerabile o di riferimento, RfD (Reference Dose [mg/kg d]) e la

stima dell'esposizione media giornaliera che non produce effetti avversi apprezzabili sull'organismo umano. Il periodo di esposizione considerato è di 30 anni.

Come proposto da ISS e come stabilito dal correttivo 4 gennaio 2008 al Testo Unico Ambientale i valori di riferimento per i rischi derivanti dall'esposizione a sostanze cancerogene e non sono riassunti nella seguente tabella:

Tabella 11-1. Rischi Tollerabili

TIPOLOGIA DI RISCHIO	SINGOLA SOSTANZA	EFFETTO CUMULATIVO PIU' SOSTANZE
RISCHIO (R) sost. cancerogene	10E-06	10E-05
INDICE DI PERICOLO (HQ) sost. non cancerogene	1	1

Nel caso in oggetto i percorsi di esposizione considerati attivi si riducono a quelli derivanti dalla falda in conformità agli esiti del Piano di Indagine eseguito e delle controanalisi di Arpav che confermano l'assenza di contaminazione dei suoli e la presenza in falda di alcuni superamenti per i parametri inorganici di origine naturale quali Arsenico, Ferro, Manganese e Ammoniaca.

Le matrici ambientali coinvolte saranno quindi unicamente riferite alle acque di falda essendo il suolo insaturo risultato privo di contaminazione in riferimento alla destinazione d'uso del sito (l'unico superamento riscontrato nel suolo profondo per il parametro Arsenico a profondità superiore ai 2.6m da p.c.).

Le relazioni che legano i percorsi di esposizione selezionati sono:

$$\text{Inalazione di vapori indoor: } EM \left[ \frac{m^3}{Kg \times \text{giorno}} \right] = \frac{B_i \times EF_g \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{\text{giorni}}{\text{anno}}} \quad (7)$$

$$\text{Inalazione di vapori outdoor: } EM \left[ \frac{m^3}{Kg \times \text{giorno}} \right] = \frac{B_o \times EF_g \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{\text{giorni}}{\text{anno}}} \quad (8)$$

Dove il significato dei simboli è riportato nella seguente Tabella 11-2:

FATTORI DI ESPOSIZIONE (EF)	Simbolo	Unità di Misura
<b>Fattori comuni a tutte le modalità di esposizione</b>		
Peso corporeo	BW	kg
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene	ATc	anni
Tempo medio di esposizione per le sostanze non cancerogene	ATn	anni
<b>Inalazione di Aria Outdoor (AO)</b>		
Durata di esposizione	ED	anni
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno
Frequenza giornaliera di esposizione outdoor	EFgo	ore/giorno
Inalazione outdoor	Bo	m <sup>3</sup> /ora
Frazione di particelle di suolo nella polvere	Fsd	adim.
<b>Inalazione di Aria Indoor (AI)</b>		
Durata di esposizione	ED	anni
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno
Frequenza giornaliera di esposizione indoor	EFgi	ore/giorno
Inalazione indoor	Bi	m <sup>3</sup> /ora
Frazione indoor di polvere	Fi	adim.

Tabella 11-2. Fattori di esposizione, simbologia

In particolare con il simbolo AT si indica il tempo medio di esposizione di un individuo ad una data sostanza; per le sostanze cancerogene l'esposizione è calcolata su tutta la durata della vita (70 anni), mentre per le non cancerogene l'esposizione è calcolata sul periodo effettivo dell'esposizione (ED). Ne consegue che il rischio per sostanze cancerogene è relativo non al periodo di tempo della diretta esposizione, bensì a tutto il l'arco della vita.

Nel seguente paragrafo 11.1 verranno illustrati nel dettaglio i valori assegnati ai diversi fattori di esposizione e i fattori correttivi usati per modellizzare le modalità di esposizione per ogni singolo ricettore umano e per ogni percorso di esposizione.

## 11.1 PARAMETRI DI ESPOSIZIONE

Nel seguito vengono riassunti i parametri di esposizione relativi ai singoli recettori umani. I tassi di inalazione sono differenziati per tipologia di recettore e direttamente correlati alla tipologia di attività svolta in sito a seguito della realizzazione delle strutture di progetto. Cautelativamente si è considerato un sito nel quale sarà presumibilmente presente un centro commerciale con area parcheggi e zone a verde non pavimentate come indicato in § 10; i bersagli umani maggiormente esposti alla contaminazione rinvenuta in sito sono stati definiti nel paragrafo 10.3 e individuati nei lavoratori del settore commerciale presenti on site e off site. La loro permanenza in sito per fini lavorativi infatti risulta abbondantemente maggiore rispetto ad ogni altro possibile ricettore umano.

In Tabella 11-3 vengono riproposti tutti i parametri di esposizione utilizzati nel modello.



Tabella 11-3. Parametri di esposizione

<b>Esposizione Recettore</b>	<b>Parametro</b>	<b>Sigla</b>	<b>Unità di Misura</b>	<b>Valore</b>	
	Distanza ricettori off site		m	10	cautelativo
	Spessore fondazioni		cm	15	Default - cautelativo
	Frazione areale di fratture	$\mu$	%	1	Default - cautelativo
Esposizione a sost. cancerogene	Tempo medio di Esposizione	AT <sub>c</sub>	Anni	70	Default
Esposizione a sost. non cancerogene	Tempo medio di Esposizione	AT <sub>n</sub>	Anni	ED	Default
Tessitura terreno insaturo	silty clay	CL	#	CL	Sito specifico
Tessitura terreno saturo (falda superficiale e prima falda)	silty sand	SS	#	SS	Sito specifico
Tessitura terreno impermeabile	clay	CH	#	CH	Sito specifico
<b>Adulti</b> (lavoratori)	Peso corporeo	BW	kg	70	Default
<b>Lavoratori</b>	Durata Esposizione	ED	anni	30	Cautelativo
<b>Lavoratori</b> Inalazione indoor	Frequenza Esposizione	EF	giorni/anno	250	Default - cautelativo
<b>Lavoratori</b> Inalazione outdoor	Frequenza Esposizione	EF	giorni/anno	250	Default - cautelativo
<b>Lavoratori</b> Inalazione in-outdoor	Frequenza giornaliera esposizione	EF <sub>g</sub>	ore/giorno	8	Default - cautelativo
<b>Lavoratori</b> Inalazione outdoor	Tasso Inalazione	IRA	m <sup>3</sup> /h	2.5	Default – cautelativo RME
<b>Lavoratori</b> Inalazione indoor	Tasso Inalazione	IRA	m <sup>3</sup> /h	2.5	Default – cautelativo RME

Nell'ipotetico centro commerciale troveranno impiego lavoratori che vi stazioneranno 8 ore giorno per 250 giorni anno, verranno considerati valori di EF pari a 250 g/a sia per inalazione indoor che per inalazione outdoor, alla fine verrà scelto il valore più cautelativo tra i due. Pertanto in riferimento all'esposizione indoor e outdoor è stata presa in considerazione la tempistica di esposizione maggiormente cautelativa.

In entrambi i casi l'esposizione è calcolata sulle 8 ore giornaliere con i tassi di inalazione maggiormente cautelativi proposti dal software pari a 2.5 m<sup>3</sup>/h outdoor e indoor (RME). Non si procederà a modificare i parametri di inalazione secondo quanto previsto a pag. 55 del manuale RBCA Version 2 in quanto i valori utilizzati per la determinazione delle Reference concentration sono i valori massimi proposti dagli standard ASTM e EPA (RME Reasonable Maximum Exposure)

Per quanto riguarda i recettori ricettori OFF SITE sono stati mantenuti tutti i valori di esposizione proposti dal software come dati di default e maggiormente cautelativi.

## 11.2 PARAMETRI SITOSPECIFICI

Nella tabella seguente vengono riportati tutti i parametri sito specifici inseriti nel modello allo scopo di simulare al meglio la situazione in essere. Nella tabella trovano posto i parametri derivanti dalle indagini ambientali condotte sulle matrici ambientali e, in caso di assenza degli stessi, sono stati impiegati valori di default cautelativi. In caso di valori doppi gli stessi si riferiscono il primo all'acquifero superficiale e il secondo alla 1° Falda.

Tabella 11-4. Elenco parametri sito specifici e descrizione della qualità del dato

PARAMETRI DELLA ZONA INSATURA				
PARAMETRO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE	Qualità dato
Foc	Frazione di carbonio Organico	%	1.7	Sito specifico
V wind	Velocità del vento	m/s	1	Cautelativo
	Distanza ricettori offsite	m	10	Cautelativo
	Spessore fondazioni	cm	15	Default - cautelativo
	Frazione areale di fratture	%	1	Default - cautelativo
	Tessitura terreno	#	MH Clayey Silt	Sito specifico cfr. stratigrafie Allegato 2, Allegato 5 e Allegato 9
$\rho_s$	Densità del Suolo	g/cm <sup>3</sup>	1.7	default
$\partial_T$	Porosità totale del terreno in zona insatura	#	0,36	Sito specifico - MH
$\partial_w$	Contenuto volumetrico di acqua	#	0,24	Sito specifico - MH
$\partial_a$	Contenuto volumetrico di aria $\partial_a = \partial_T - \partial_w$	#	0,12	Sito specifico - MH
$\partial_{w, cap}$	Contenuto volumetrico di acqua nella frangia capillare $\partial_{w, cap}$	#	0,324	Sito specifico - MH
$\partial_{a, cap}$	Contenuto volumetrico di aria nella frangia capillare	#	0,036	Sito specifico - SC

### GEOMETRIA DELLA ZONA INSATURA

PARAMETRO	PARAMETRO	U.M.	VALORE	Qualità dato
Lgw	Profondità del piano di falda	m	1.32 4.00	Sito specifico tab 7.1 Sito specifico
hcap	Spessore della frangia Capillare [SM]	m	0.27	Valore basso - cautelativo

hv	Spessore della zona insatura	m	1.05 3.73	Sito specifico riporto Sito specifico I Falda
----	------------------------------	---	--------------	--

**GEOMETRIA SORGENTE IN ZONA SATURA**

PARAMETRO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE	Qualità dato
W	Estensione della sorgente in direzione parallela alla direzione del flusso di falda	cm	50000	Sito specifico - max
Sw	Estensione della sorgente in direzione ortogonale alla direzione del flusso di falda	cm	15000	Sito specifico - max
W'	Estensione della sorgente in direzione parallela alla direzione prevalente del vento	cm	20000	Sito specifico - max
Sw'	Estensione della sorgente in direzione ortogonale alla direzione prevalente del vento	cm	15000	Sito specifico - max
ds	Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	cm	NA	Eliminato per assenza contaminazione suolo
d	Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	cm	NA	Eliminato per assenza contaminazione suolo
LF	Soggiacenza della falda rispetto al top della sorgente	cm	NA	Eliminato per assenza contaminazione suolo
A	Area della sorgente rispetto alla direzione del flusso di falda	cm <sup>2</sup>	750000	Sito specifico
A'	Area della sorgente rispetto alla direzione prevalente del vento	cm	750000	Sito specifico

**PARAMETRI DELLA ZONA SATURA**

PARAMETRO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE	Qualità dato
V <sub>gw</sub>	Velocità di Darcy = $K_{sat} \cdot i$	cm/anno		non rilevante
K <sub>sat</sub>	Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	7.4E-07 4.1E-06	Sito specifico P6 Slug Test Sito specifico P5 Slug Test
i	Gradiente idraulico	adim.	0.001	Sito specifico
v <sub>e</sub>	Velocità media effettiva nella falda = $v_{gw}/\partial_e$	cm/anno		Default
f <sub>oc</sub>	Frazione di carbonio organico nel suolo saturo	adim.	1	Sito specifico
pH	pH del suolo saturo	adim.	7.3	Sito specifico

### 11.3 PARAMETRI FISICO CHIMICI TOSSICOLOGICI

Il data base dei parametri fisico chimici e tossicologici fa riferimento all'ultimo aggiornamento fornito dall'ISS e dall'ISPESL nel marzo 2009 e reperibile all'indirizzo [http://www.apat.gov.it/site/\\_files/Suolo\\_Territorio/Banca\\_dati\\_ISS\\_ISPESL\\_Maggio\\_2009.xls](http://www.apat.gov.it/site/_files/Suolo_Territorio/Banca_dati_ISS_ISPESL_Maggio_2009.xls).

I valori riportati nel software risultano conformi ai contenuti dell'ultimo aggiornamento fornito dalla banca dati dell'I.S.S.

### 11.4 CALCOLO DEL RISCHIO ASSOCIATO

Il rischio per la salute umana derivante dalla presenza di concentrazioni fuori limite nelle acque di falda del sito si ottiene separatamente per sostanze cancerogene e non cancerogene secondo le equazioni illustrate al capitolo 5:

$$R = E \times SF$$

$$HQ = E / RfD$$

**Per quanto riguarda l'unico superamento riscontrato nei terreni per il parametro Arsenico alla profondità di 2,60 m da p.c. il rischio sanitario ambientale associato risulta nullo per assenza di percorsi di esposizione attivi.**

Come evidenziato in precedenza, **le sostanze individuate** nel corso delle indagini nelle acque sotterranee, hanno una scarsa tendenza alla volatilizzazione e di conseguenza il **rischio associato alla loro presenza negli acquiferi del sito risulta accettabile in riferimento agli standard normativi di riferimento considerati.**

Di seguito di riportano le schermate riassuntive proposte dal software RBCA quali output dell'Analisi di Rischio Sito Specifica.

I risultati confermano l'assenza di pericolosità connessa con le concentrazioni riscontrate nelle acque sotterranee del sito, in particolare la presenza di Arsenico, Ferro, Manganese e Ione Ammonio nella *falda superficiale* (cfr. Tabella 11-5) non comporta alcun rischio significativo per i ricettori on e off site dovuto all'inalazione in e outdoor con valori ampiamente al di sotto dei limiti di tollerabilità previsti dalla normativa e riportati in Tabella 11-1. Per quanto riguarda l'ingestione di acque di falda superficiale si rammenta che non sono presenti in sito e nell'intero SIN pozzi ad uso idropotabile come prescritto dal regolamento edilizio del Comune di Venezia. Anche la risorsa idrica superficiale (Laguna di Venezia) non risulta compromessa dalla presenza in falda di tali parametri.

Analizzando i dati relativi alla *prima falda* si può notare come anche in questo caso non vi sia rischio significativo per i ricettori umani presenti in sito dovuto alla migrazione di vapori indoor (on site) e outdoor (on e off site) come riportato nella seguente tabella riassuntiva (c.f.r. Tabella 11-6).

Tabella 11-5. Risultati Analisi di Rischio Falda Superficiale

RBCA Tool Kit for Chemical Releases, Version 2.52

RBCA SITE ASSESSMENT

Baseline Risk Summary-All Pathways

Site Name: B.L.O. s.r.l. - Falda Superficiale

Site Location: Via Arduino - Marghera

Completed By: ing. M. Gallo

Date Completed: d-lug-yy

1 of 1

BASELINE RISK SUMMARY TABLE

EXPOSURE PATHWAY	BASELINE CARCINOGENIC RISK					BASELINE TOXIC EFFECTS				
	Individual COC Risk		Cumulative COC Risk		Risk Limit(s) Exceeded?	Hazard Quotient		Hazard Index		Toxicity Limit(s) Exceeded?
	Maximum Value	Target Risk	Total Value	Target Risk		Maximum Value	Applicable Limit	Total Value	Applicable Limit	
OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS										
■	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	□	2.1E-3	1.0E+0	2.1E-3	1.0E+0	□
INDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS										
■	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	□	2.1E-2	1.0E+0	2.1E-2	1.0E+0	□
SOIL EXPOSURE PATHWAYS										
□	NA	NA	NA	NA	□	NA	NA	NA	NA	□
GROUNDWATER EXPOSURE PATHWAYS										
□	NA	NA	NA	NA	□	NA	NA	NA	NA	□
SURFACE WATER EXPOSURE PATHWAYS										
■	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	□	NC	1.0E+0	NC	1.0E+0	□
CRITICAL EXPOSURE PATHWAY (Maximum Values From Complete Pathways)										
	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	□	2.1E-2	1.0E+0	2.1E-2	1.0E+0	□
	Outdoor Air		Outdoor Air			Indoor Air		Indoor Air		

Tabella 11-6. Risultati Analisi di Rischio Prima Falda

RBCA Tool Kit for Chemical Releases, Version 2.52

RBCA SITE ASSESSMENT

Baseline Risk Summary-All Pathways

Site Name: B.L.O. s.r.l. - Prima Falda

Site Location: Via Arduino - Marghera

Completed By: ing. M. Gallo

Date Completed: d-feb-yy

1 of 1

BASELINE RISK SUMMARY TABLE

EXPOSURE PATHWAY	BASELINE CARCINOGENIC RISK					BASELINE TOXIC EFFECTS				
	Individual COC Risk		Cumulative COC Risk		Risk Limit(s) Exceeded?	Hazard Quotient		Hazard Index		Toxicity Limit(s) Exceeded?
	Maximum Value	Target Risk	Total Value	Target Risk		Maximum Value	Applicable Limit	Total Value	Applicable Limit	
OUTDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS										
■	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	□	5.5E-3	1.0E+0	5.5E-3	1.0E+0	□
INDOOR AIR EXPOSURE PATHWAYS										
■	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	□	5.1E-2	1.0E+0	5.1E-2	1.0E+0	□
SOIL EXPOSURE PATHWAYS										
□	NA	NA	NA	NA	□	NA	NA	NA	NA	□
GROUNDWATER EXPOSURE PATHWAYS										
□	NA	NA	NA	NA	□	NA	NA	NA	NA	□
SURFACE WATER EXPOSURE PATHWAYS										
■	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	□	NC	1.0E+0	NC	1.0E+0	□
CRITICAL EXPOSURE PATHWAY (Maximum Values From Complete Pathways)										
	NC	1.0E-6	NC	1.0E-5	□	5.1E-2	1.0E+0	5.1E-2	1.0E+0	□
	Outdoor Air		Outdoor Air			Indoor Air		Indoor Air		



I rischi connessi agli analiti rinvenuti nelle falde presenti in sito sono legati alla possibile inalazione in e outdoor dei vapori. Considerando la scarsa volatilità di Arsenico, Ferro e Manganese i rischi derivano principalmente dallo Ione Ammonio; entrando nello specifico dei risultati si evidenzia come il rischio principale risulti connesso con l'inalazione dei vapori indoor all'interno del sito con un indice di pericolo pari a 2.1E-2 abbondantemente inferiore, anche in questo caso, al limite di 1.

Va ricordato che i modelli matematici utilizzati per la simulazione della migrazione dei contaminanti dalle matrici ambientali verso gli edifici tendono a sovrastimare notevolmente le concentrazioni al punto di esposizione sovrastimando di conseguenza l'entità del rischio; in aggiunta si segnala come gran parte dei valori inseriti nel software risultino sitospecifici e/o estremamente cautelativi.

In virtù di ciò è possibile considerare ampiamente trascurabile il rischio derivante dalle concentrazioni degli analiti rinvenute in sito.

## 11.5 CALCOLO DEGLI OBIETTIVI DI BONIFICA [SSTL – CSR]

Una volta definiti il rischio tollerabile, i parametri di esposizione e le caratteristiche sito specifiche delle matrici ambientali coinvolte nonché le equazioni che governano il trasporto dei contaminanti nelle diverse matrici ambientali risulta agevole il computo inverso in modo da risalire alle Concentrazioni Soglia di Rischio [CSR] futuro obiettivo di bonifica.

Prendendo quindi in considerazione le equazioni dalla (1) alla (6) pag. 81, impostando i valori di Rischio Tollerabile come indicato in Tabella 11-1 e risalendo a ritroso si ottengono, in definitiva, le concentrazioni alla sorgente che danno rischio accettabile.

Pertanto:

$$CSR = \frac{C_{poe,acc}}{FT} = \frac{E_{acc}}{EM \cdot FT} = \frac{TR}{SF \cdot EM \cdot FT} \quad \text{Per sostanze cancerogene} \quad (9)$$

$$CSR = \frac{C_{poe,acc}}{FT} = \frac{E_{acc}}{EM \cdot FT} = \frac{THQ \cdot RfD}{EM \cdot FT} \quad \text{Per sostanze non cancerogene} \quad (10)$$

Oppure, in altri termini:

$$CSR = \frac{TR}{R_{calc}} \times C_s \quad \text{Per sostanze cancerogene} \quad (11)$$

$$CSR = \frac{THQ}{HQ_{calc}} \times C_s \quad \text{Per sostanze non cancerogene} \quad (12)$$

I parametri SF (Slope Factor) e RfD (Reference Dose) sono parametri relativi alle singole sostanze e definiscono rispettivamente la tossicità cronica per sost. cancerogene e la dose massima giornaliera assimilabile per non avere rischio da sost. non cancerogene.

Banalmente possiamo affermare che non essendoci rischio superiore ai limiti normativi le CSR saranno obbligatoriamente maggiori delle Concentrazioni riscontrate in sito. In particolare è possibile

effettuare unicamente il calcolo della CSR per l'ammoniaca nell'acquifero superficiale (Arsenico, Ferro e Manganese hanno sempre restituito rischio nullo n.d.r.).

Tale calcolo restituisce i seguenti valori:

- per l'Ammoniaca  $1.1E+2$  mg/l
- per l'Arsenico e per il Manganese " $> 1.0E+6$  mg/l";
- per il Ferro mancano informazioni circa la tossicità

## 11.6 ANALISI DI SENSIBILITÀ

Lo scopo dell'analisi di sensibilità è quello di definire la variazione dei dati di output di un modello di calcolo al variare di una o più variabili di input, ferme restando tutte le altre. In tal modo si è in grado di indicare in modo rapido, per ciascuna delle vie di esposizione studiate, le variabili sito specifiche che maggiormente influenzano il valore dei fattori di trasporto e, conseguentemente, il valore di rischio sanitario.

### 11.6.1 INALAZIONE OUTDOOR DA FALDA

i parametri che influiscono maggiormente sul fattore di volatilizzazione outdoor sono:

- la dimensione longitudinale dell'area contaminata ( $W$ );
- la velocità del vento nella zona di esposizione ( $U_{air}$ );
- lo spessore della zona di miscelazione ( $\delta_{air}$ ).

la dimensione longitudinale dell'area contaminata ( $W$ ):

valore inserito 500m per riporto e 500m per la prima falda sono la massima estensione del sito in direzione nord sud, le dimensioni risultano cautelative rispetto alla situazione riscontrata in sito.

la velocità del vento nella zona di esposizione ( $U_{air}$ ):

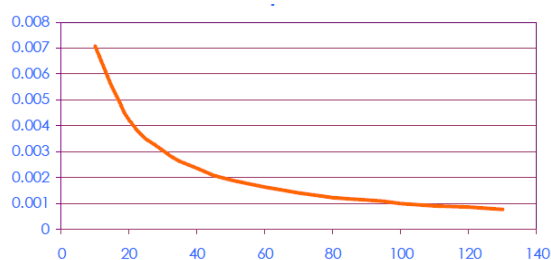
dato inserito 1m/s valore registrato dalle stazioni meteo posizionate nell'area industriale, dato sito specifico e cautelativo.

lo spessore della zona di miscelazione ( $\delta_{air}$ ):

dato inserito 2m corrispondente all'altezza di respirazione (valore di default proposto da letteratura - corretto)

in maniera inferiore:

- la soggiacenza della falda ( $L_{gw}$ ):  
il valore rappresenta la situazione individuata in sito (1.32m per la falda nel riporto e 4m per la prima falda).
- lo spessore della frangia capillare ( $h$ ):  
L'assunzione di uno spessore di 27cm relativo a Limo argilloso corrispondente al terreno vegetale rinvenuto nella porzione superficiale del sito:



### 11.6.2 INALAZIONE INDOOR DA FALDA

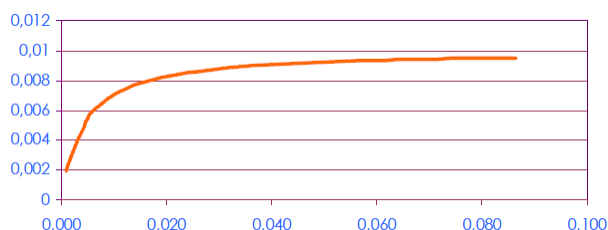
I parametri che maggiormente influiscono l'andamento del fattore di volatilizzazione in ambienti confinati, dalla falda, sono:

- il tasso di ricambio d'aria degli edifici (ER);
- la frazione areale di fratture ( $\eta$ );
- lo spessore della frangia capillare (h).

*Il tasso di ricambio d'aria degli edifici (ER);*

i valori inseriti sono quelli di default.

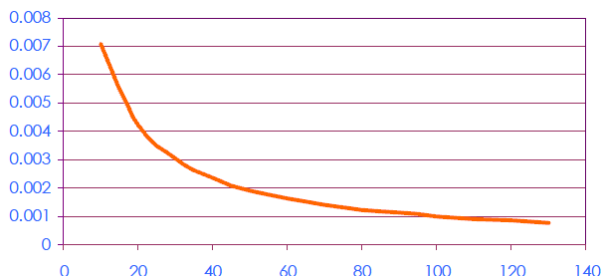
*La frazione areale di fratture ( $\eta$ );*



Il rapporto tra i due parametri ( $\eta$  e VF) è pressoché lineare per valori compresi tra il 2 ed il 10% nel caso in oggetto il valore proposto è di 1% (i.e. 0.01) risulta cautelativo in rapporto agli standard di riferimento.

*Lo spessore della frangia capillare (h).*

VF decresce al crescere dello spessore della frangia capillare, nel caso in esame il valore assegnato di 9cm appare sufficientemente piccolo da poter considerare l'assunzione come conservativa come appare dal grafico sottostante.



L'analisi di sensitività sui parametri sito specifici e di default evidenzia che tutti i parametri inseriti risultano sitospecifici o a favore di sicurezza e che i risultati del modello variano in un range ridotto in relazione ad una variazione ragionevole degli stessi dati in ingresso.

## 12. CONCLUSIONI

Il presente documento è stato redatto da eAmbiente srl su incarico di B.L.O. s.r.l. in riferimento ai contenuti del Titolo V Parte IV del D.Lgs 152/2006 e s.m.i. e del Protocollo Operativo per la Caratterizzazione dei siti ai sensi del D.Lgs. 152/06 e dell'Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera (Rev. Gennaio 2008); con tale documento vengono esposti i risultati delle indagini svolte in sito nell'ottobre 2006 e integrate nel gennaio e nel giugno 2011.

La predetta indagine fa riferimento al sito di Proprietà B.L.O. ubicato in via Arduino a Marghera (VE), il sito in oggetto rientra nella perimetrazione del SIN così come individuata con legge 426/1998 e perimetrato con Decreto del Ministero dell'Ambiente 23 febbraio 2000, il sito rientra nel più vasto Piano di Indagine e Caratterizzazione dell'area Cà Emiliani – trasmesso dal Comune di Venezia e acquisito dal MATTM al prot. n° 271/QdV/DI del 07.01.2008 e approvato con prescrizioni nella conferenza dei servizi del 04.06.2008.

Al fine di ottemperare alle prescrizioni emesse dal Ministero dell'Ambiente sono stati realizzati in totale n° 26 sondaggi a carotaggio con prelievo e analisi di n° 5 campioni di top soil e n° 104 campioni di suolo; sono stati realizzati n° 4 piezometri nell'acquifero superficiale, n° 4 piezometri in prima falda e n° 1 piezometro in seconda falda, tutti i piezometri sono stati campionati e analizzati per 2 volte a distanza di 6 mesi.

Arpav ha realizzato in contraddittorio il campionamento di n°9 campioni di terreno e n° 2 campioni di acque di falda per le opportune controanalisi di verifica giugno 2011.

Gli esiti analitici, riportati al capitolo 9 e ampiamente discussi al § 9.7.3, **hanno consentito di escludere la presenza di contaminazione nei suoli oggetto di indagine** (l'unico superamento delle CSC per il solo parametro arsenico è stato considerato come un outlier di fondo naturale) mentre per quanto riguarda le **acque sotterranee** sono stati rilevati alcuni superamenti di elementi o composti inorganici di origine naturale tipicamente presenti negli acquiferi della bassa pianura veneta in concentrazioni confrontabili con valori di fondo naturale.

Il presente documento contiene inoltre **l'Analisi di Rischio** sito specifica svolta con l'obiettivo di stimare il rischio sanitario ambientale connesso con le concentrazioni di elementi e composti inorganici riscontrate nelle acque sotterranee del sito.

Si è proceduto a simulare, tramite il software RBCA 2.5, l'esposizione al rischio così come definita al capitolo 10 e 11 utilizzando la procedura internazionale ASTM PS 104-98.

Tutti i parametri rappresentativi del M.C.D. inseriti nel Software sono stati scelti dando precedenza ai valori sito specifici e, qualora non presenti, si sono utilizzati i valori di default più cautelativi al fine di aumentare il margine di sicurezza dei risultati.

**Gli esiti dell'Analisi di Rischio sito specifica hanno consentito di escludere, con ampio margine di sicurezza, la presenza di rischio sanitario per tutti i recettori presenti sia on site che off site attuali e futuri; di conseguenza le concentrazioni di**



contaminanti presenti nel sito sono risultate inferiori nei confronti delle rispettive Concentrazioni Soglia di Rischio calcolate (CSR).

Si evidenzia infine come l'assenza di contaminazione dei suoli e la presenza nelle acque sotterranee di soli elementi e composti inorganici di origine naturale **consenta di poter assegnare al sito lo status di “non contaminato”** e pertanto si richiede agli Enti preposti di svincolare le aree agli usi legittimi ai sensi del comma 5 art. 242 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Redazione	Verifica	Approvazione
Ing. Mauro Gallo	Dott. Geol. Tommaso Magro	Dott.ssa Gabriella Chiellino



### 13. BIBLIOGRAFIA

- Smith, L.A., Means, J.L., Chen, A., Alleman, B., Chapman, C.C., Tixier, J.S., Jr., Brauning, S.E., Gavaskar, A.R., and Royer, M.D. (1995), *Remedial Options for Metals Contaminated Sites*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL;
- ASTM (1998) "Standard Provisional Guide for Risk-Based Corrective Action", American Society for testing and Materials, PS 104, West Conshohocken,
- Gianni Cerbini, Maurizio Gorla (2005), *Idrogeologia Applicata – Principi , metodi e misure*, Edizioni Geo-Graph – Segrate Milano;
- Luca Bonomo, Sabrina Saponaro, Francesca Renoldi (2005), *Bonifica di siti contaminati*, McGraw-Hill Milano;
- Gruppo di lavoro ARPA/APPA, ISS, ISPESL, ICRAM (2005-2008) "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" e "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio alle discariche".
- Banca-dati ISS-ISPESL (aggiornamento maggio 2009) – *Proprietà fisico-chimiche e tossicologiche dei diversi contaminanti*;
- SIRA ARPAT Toscana - *Elenco Sostanze Pericolose* - in conformità ai contenuti dell'Allegato I della Direttiva 67/548/CEE estratto dal sito <http://sira.arpd.toscana.it>;
- Gruppo di Lavoro: Provincia di Venezia; Università di Padova - Dipartimento di Geografia; Akeo; Liberi Professionisti Vari; ATO "Laguna di Venezia"; ARPAV - Osservatorio Regionale Suoli (2008) "Le Unità Geologiche della Provincia di Venezia";
- Regione Veneto, ARPAV, Progetto Venezia "Indagine Idrogeologica sull'area di Porto Marghera (seconda fase)" - Marzo 2009;
- Progetto SAMPAS-ARPAV, Area Tecnico Scientifica "Le acque sotterranee della Pianura Veneta, 2008" - Servizio Acque Interne 2008 [[www.arpd.veneto.it/acqua/htm/acque\\_sotterranee\\_app3.asp](http://www.arpd.veneto.it/acqua/htm/acque_sotterranee_app3.asp) [www.arpd.veneto.it/acqua/htm/acque\\_sotterranee\\_dati.asp](http://www.arpd.veneto.it/acqua/htm/acque_sotterranee_dati.asp)];
- Mion F., 2002 "Acqua sotterranea nel Veneto." ARPA VENETO, Osservatorio Regionale Acque, Dipartimenti provinciali;
- Zangheri P., 1994. "Indagine sull'inquinamento delle acque sotterranee nella pianura veneta". Ambiente risorse e salute;
- APAT "Sito di Interesse Nazionale di Porto Marghera Studio sui valori di concentrazione dell'arsenico nei suoli ad uso residenziale" – Novembre 2006;

- Segreteria Tecnica Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera, Comune di Venezia  
“Protocollo Operativo per la Caratterizzazione dei siti ai sensi del D.Lgs. 152/06 e dell’Accordo di Programma per la Chimica di Porto Marghera” (Rev. Gennaio 2008);
- Cinzia Boscolo, Filippo Mion “Stato delle acque sotterranee del Veneto” anno 2008 - Rapporto Tecnico; ARPAV Servizi Territoriali dei Dipartimenti ARPAV Provinciali; Servizi Sistemi Ambientali dei Dipartimenti ARPAV Provinciali; Dipartimento Regionale Laboratori;
- Passante di Mestre  
<http://www.passantedimestre.org/monitoraggioambientale.htm>  
<http://www.passantedimestre.org/esitimonitoraggioambientale.htm>