



STOGIT

Via Libero Comune, 5 – 26013 Crema (CR)

Centrale di stoccaggio gas di Sergnano (CR)

ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA

Art. 242 Comma 4 D.Lgs. 152/06

Luglio 2017



Beta S.r.l.

Tecnologie di Bonifica e Monitoraggio

www.betabonifiche.com

Certificato ISO 9001:2008 **SICIV** n.° SC 07-1373/EA 28

Sede Operativa: Via Segrino, 6 - 20098 Sesto Ulteriano di S. Giuliano Mil.se (MI) Tel. 02/9880762 Fax 02/98281628 e-mail: milano@betabonifiche.com

Uffici di Progettazione: Corte degli Arrotini, 1 – 28100 NOVARA Tel. 0321/499488 Fax 0321/520037 e-mail: novara@betabonifiche.com



STOGIT

Via Libero Comune, 5 – 26013 Crema (CR)

Centrale di stoccaggio gas di Sergnano (CR)

ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA

Art. 242 Comma 4 D.Lgs. 152/06

RELAZIONE

N° Elaborato:

B17/002/01

Scala:

-

Emissione

Revisione

Emesso:

Verificato:

Approvato:

n°

Data:

L. Quarto

L. Quarto

M. Carmine

13 gennaio 2017

1

14 luglio 2017

IL PRESENTE ELABORATO E' DI PROPRIETA' DELLA BETA S.R.L.; E' PERTANTO PROIBITA, A TERMINE DI LEGGE, OGNI RIPRODUZIONE TOTALE O PARZIALE DI ESSO EFFETTUATA SENZA LA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE



Beta S.r.l.

Tecnologie di Bonifica e Monitoraggio

www.betabonifiche.com

Certificato ISO 9001:2008 SICIV n.° SC 07-1373/EA 28

Sede Operativa: Via Segrino, 6 - 20098 Sesto Ulteriano di S. Giuliano Mil.se (MI) Tel. 02/9880762 Fax 02/98281628 e-mail: milano@betabonifiche.com

Uffici di Progettazione: Corte degli Arrotini, 1 – 28100 NOVARA Tel. 0321/499488 Fax 0321/520037 e-mail: novara@betabonifiche.com

nome file: B17/002/01 rev1 ADR

INDICE

1	PREMESSA	6
2	OSSERVAZIONI PROVINCIA CREMONA	7
2.1	OSSERVAZIONE ADR N.1.....	7
2.2	OSSERVAZIONE ADR N.2.....	7
2.3	OSSERVAZIONE ADR N.3.....	8
2.4	OSSERVAZIONE ADR N.4.....	8
2.5	OSSERVAZIONE ADR N.5.....	9
2.6	OSSERVAZIONE ADR N.6.....	9
2.7	OSSERVAZIONE ADR N.7.....	10
2.8	OSSERVAZIONE ADR N.8.....	10
3	OSSERVAZIONI ARPA LOMBARDIA	11
3.1	OSSERVAZIONE N.1.....	11
3.2	OSSERVAZIONE N.2	11
3.3	OSSERVAZIONI N.3 – 4 – 5 – 6	11
4	RISULTATI MONITORAGGIO FALDA 22 GIUGNO 2017	12
5	VALUTAZIONI TREND DELLE CONCENTRAZIONI	15
5.1	IDROCARBURI TOTALI COME N-ESANO	15
5.2	BENZENE.....	17
5.3	TOLUENE E XILENI (O – M, P)	20
5.4	CONCLUSIONI RELATIVE ALL’EVOLUZIONE DEL QUADRO IDROCHIMICO DEL SITO.....	23
6	MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO DEL SITO	24
6.1	SORGENTI SECONDARIE DI CONTAMINAZIONE	24
6.2	MECCANISMI DI TRASPORTO PERCORSI DI ESPOSIZIONE E BERSAGLI	25
6.3	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO	26
7	MODALITÀ DI ELABORAZIONE DELLO STUDIO.....	27
7.1	ELABORAZIONI SVOLTE.....	27
7.2	DATI DI INPUT	28

7.3	SELEZIONE CONTAMINANTI.....	28
7.4	CONCENTRAZIONI RAPPRESENTATIVE SORGENTE.....	29
7.5	RICETTORI.....	30
7.5.1	PARAMETRI ESPOSIZIONE.....	30
7.6	CARATTERISTICHE DEL SITO – INSATURO.....	30
7.7	CARATTERISTICHE DEL SITO – SATURO.....	33
7.8	CARATTERISTICHE DEL SITO – AMBIENTE OUTDOOR.....	34
7.9	CARATTERISTICHE DEL SITO – AMBIENTE INDOOR.....	37
8	RISULTATI.....	39
8.1	LAVORATORI - RISCHIO CANCEROGENO.....	39
8.2	LAVORATORI - HAZARD INDEX.....	40
8.3	RISCHIO PER LA FALDA.....	42
8.4	CONCENTRAZIONI SOGLIA DI RISCHIO.....	43
9	CONCLUSIONI.....	45

ELENCO ELABORATI

B17/002/01 RELAZIONE

ELENCO TAVOLE:

TAVOLA 1: PLANIMETRIA DEL SITO E SORGENTE DI CONTAMINAZIONE IN FALDA

ELENCO ALLEGATI:

ALLEGATO 1: FILES PRO UCL

ALLEGATO 2: FILES ELABORAZIONI RISK NET 2.1

ALLEGATO 3: STRALCIO RELAZIONE STRUTTURALE FABBRICATO MULTIUSO

1 PREMESSA

Il presente elaborato, redatto su incarico di STOGIT S.p.A., rappresenta la revisione n. 1 del documento di analisi di rischio sito specifica, sviluppata in conformità al D.Lgs. 152/06 e alle Linee Guida ex APAT “*Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati*”, del marzo 2008, relativamente al proprio sito ubicato in Comune di Sergnano (CR) in Via Vallarsa.

Lo studio risponde alle osservazioni e alle prescrizioni formulate dagli enti nell’ambito della Conferenza dei Servizi svoltasi in data 21/06/2017 presso gli uffici comunali, ratificate nel relativo verbale, pervenuto alla Committente in pari data; le richieste di cui sopra, puntualmente recepite nell’elaborazione del presente studio, hanno comportato alcune variazioni relativamente ai valori attribuiti ai parametri di input, dettagliatamente illustrate nel seguito del documento.

Infine, nel presente elaborato vengono anticipati i dati relativi alla campagna di monitoraggio delle acque sotterranee condotta lo scorso 22/06/2017 in contraddittorio con ARPA, in quanto considerati nell’ambito del presente studio, che saranno tuttavia oggetto del consueto report periodico in corso di redazione.

2 OSSERVAZIONI PROVINCIA CREMONA

2.1 OSSERVAZIONE ADR N.1

Le osservazioni di cui al punto n. 1 del parere Provincia hanno per oggetto:

- Identificazione dell'origine della contaminazione a carico delle acque sotterranee;
- Mantenere monitorata con attenzione la concentrazione dei contaminanti nel punto P2, primo punto a partire dal monte idrogeologico del sito in corrispondenza del quale si rilevano valori non conformi rispetto alla CSC per il Benzene.

In merito al primo punto dell'osservazione si evidenzia che sono state svolte diverse campagne di indagine, in contraddittorio con ARPA, finalizzate all'individuazione di una sorgente di contaminazione secondaria nel terreno insaturo; i risultati ottenuti, non hanno evidenziato situazioni di contaminazione a carico di questa matrice.

Per quanto attiene il secondo punto dell'osservazione si conferma che il monitoraggio del piezometro P2 verrà mantenuto nel tempo, secondo il piano di monitoraggio e controllo già previsto e condiviso, riportato nel Progetto di Messa in Sicurezza Operativa.

2.2 OSSERVAZIONE ADR N.2

Oggetto dell'osservazione sono le modalità di delimitazione della sorgente secondaria di contaminazione in falda, con particolare riguardo alla scelta iniziale di considerare anche le evidenze rilevate nell'ambito della caratterizzazione del sottosuolo insaturo per una più dettagliata perimetrazione.

A tale riguardo, accogliendo anche un'osservazione analoga formulata da ARPA, viene proposta una nuova perimetrazione della sorgente secondaria in falda, basata esclusivamente sui dati di concentrazione dei contaminanti rilevati entro tale matrice.

2.3 OSSERVAZIONE ADR N.3

Oggetto di tale osservazione sono le modalità di determinazione della concentrazione rappresentativa della sorgente, inizialmente basata sui dati rilevati nell'ambito delle campagne condotte nell'anno 2016; l'ente richiede di considerare i dati relativi agli ultimi due anni precedenti la redazione dell'ADR.

In ottemperanza a quanto richiesto le elaborazioni sono state condotte considerando gli ultimi due anni di risultati di monitoraggio condotti a partire dalla redazione del presente documento, ovvero dal giugno 2015, considerando anche i dati del marzo 2017 e del giugno 2017.

Alla luce di tale assunzione, tenuto conto di quanto indicato in risposta all'osservazione n. 2, come meglio dettagliato nel seguito del documento, è stata effettuata una nuova perimetrazione della sorgente secondaria, in quanto estendendo la popolazione dei dati analitici al giugno 2015, alcuni punto inizialmente conformi alle CSC per i contaminanti considerati, sono risultati non conformi.

2.4 OSSERVAZIONE ADR N.4

Oggetto dell'osservazione è l'assunzione della presenza di una lente di terreno impermeabile tra la sorgente in falda e il piano campagna, in assenza o in carenza di dati di laboratorio che attestino tali caratteristiche.

In ottemperanza a quanto evidenziato dall'ente, vista la disponibilità di pochi dati relativi alla tessitura di tale orizzonte impermeabile, in via cautelativa, le elaborazioni di cui al presente studio sono state condotte non considerando la presenza di lenti interposte tra la sorgente in falda e il piano campagna.

A tale riguardo, con tale assunzione viene accolta anche un'osservazione analoga formulata da ARPA.

2.5 OSSERVAZIONE ADR N.5

Tale osservazione ha per oggetto l'attribuzione del valore di default al parametro Frazione di Carbonio Organico (FOC), in relazione alla possibile influenza dello stesso sul risultato dello studio, anche in relazione alle recenti disposizioni di cui al DM 31/2015, avente per oggetto “*criteri semplificati per la caratterizzazione, messa in sicurezza e bonifica dei punti vendita carburanti, ai sensi dell'articolo 252, comma 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152*”.

In merito a tale aspetto si precisa che il parametro in questione può essere richiesto, a seconda dei casi, sia per la matrice terreno insaturo che sia per la matrice terreno saturo; per quanto attiene in caso specifico si è in corrispondenza della seguente situazione:

- Per quanto attiene il FOC relativo al terreno insaturo si evidenzia che tale parametro è stato determinato in alcuni campioni nell'ambito delle indagini svolte per la caratterizzazione del sito, puntualmente trasmessi;
- Tuttavia, non essendo stata rilevata una sorgente di contaminazione nel terreno insaturo, con conseguente esclusione dal modello concettuale di questa tipologia di sorgente e dei percorsi di esposizione ad essa associati, il parametro in questione non viene richiesto per lo svolgimento dell'elaborazione;
- Per quanto attiene il suolo saturo, in considerazione della nuova perimetrazione proposta, che prevede una sorgente estesa sino al POC (P5), il parametro non viene richiesto dal software.

2.6 OSSERVAZIONE ADR N.6

Oggetto dell'osservazione n. 6 è l'utilizzo dei dati della stazione meteo di Capralba per la determinazione della direzione prevalente del vento, in luogo dei dati della stazione meteo di Rivolta d'Adda.

In ottemperanza a quanto osservato sono state effettuate verifiche con i dati delle due stazioni meteo, adeguando opportunamente anche i relativi valori di velocità del vento, in modo da poter valutare in maniera uniforme l'influenza del dato sul risultato finale.

Le segnalazioni relative alle tavole proposte nella precedente analisi di rischio sono state recepite.

2.7 OSSERVAZIONE ADR N.7

Oggetto dell'osservazione è la mancata rappresentazione grafica dell'estensione della sorgente in direzione del vento; in ottemperanza a tale osservazione viene presentata una planimetria che contiene quanto richiesto.

2.8 OSSERVAZIONE ADR N.8

Oggetto dell'osservazione è la mancanza di un elenco / disamina degli edifici presenti nel sito, allo scopo di meglio approfondire il modello concettuale proposto rispetto all'esposizione in ambiente indoor.

In ottemperanza a quanto richiesto si è proceduto, con il supporto della Committente, al censimento degli edifici presenti in prossimità della sorgente individuata, caratterizzati dalla presenza continua di lavoratori, escludendo i locali tecnici distribuiti sul sito, in cui la presenza di operatori è del tutto occasionale e limitata a verifiche di durata temporale estremamente ridotta.

Dalle verifiche documentali effettuate sono state reperite informazioni riguardanti l'edificio denominato "Fabbricato Multiuso" ubicato, come rappresentato nelle planimetrie proposte nel seguito del presente documento, in corrispondenza della sorgente di contaminazione; in merito a questo edificio sono state reperite informazioni relative a:

- Dimensioni (lunghezza e larghezza);
- Altezza;
- Spessore fondazioni e pareti;
- Assenza di piani e locali interrati (peraltro non presenti in tutto il sito).

Una disamina dei valori di input relativi a tali parametri è presentata nei successivi capitoli.

3 OSSERVAZIONI ARPA LOMBARDIA

3.1 OSSERVAZIONE N.1

In analogia con quanto richiesto dalla Provincia, è stato richiesto di estendere l'intervallo temporale per la determinazione delle CRS ad almeno due anni; così come indicato in precedenza in risposta alle osservazioni provinciali, la richiesta è stata recepita.

3.2 OSSERVAZIONE N.2

Oggetto dell'osservazione sono i criteri di perimetrazione della sorgente in falda e l'eventuale revisione di questa, in relazione all'ampliamento del dataset per la determinazione delle CRS; come precedentemente indicato, l'ampliamento del dataset ha comportato modifiche relative al giudizio di conformità per quanto attiene alcuni punti considerati, in quanto la presenza di dati non conformi alle CSC ha richiesto di modificare il perimetro della sorgente di contaminazione.

Oltre a quanto sopra, in carenza di dati relativi alla matrice falda nella porzione N del sito, così come già anticipato nei precedenti paragrafi, la sorgente è stata considerata estesa sino al confine N, in corrispondenza del piezometro MP6.

3.3 OSSERVAZIONI N.3 – 4 – 5 – 6

Vedi chiarimenti forniti alle osservazioni della Provincia.

4 RISULTATI MONITORAGGIO FALDA 22 GIUGNO 2017

Al fine di ottenere un quadro più aggiornato dello stato di qualità delle acque sotterranee presso il sito in oggetto, vengono anticipati i risultati dell'ultima campagna di monitoraggio, svoltasi lo scorso 22 giugno alla presenza di ARPA.

I dati saranno oggetto di specifico report periodico, come da prassi consolidata; si rimanda pertanto a tale documento per una disamina più approfondita e per i Rapporti di Prova di laboratorio.

Nella seguente tabella si riportano i risultati della campagna del 22 giugno 2017.

Parametro	UM	CSC	MP6	P3	P4	P2	MP1	MP7	MP2	MP5	MP3	P1TRIS	P1	P1BIS	MP4	P5
Benzene	µg/l	1	<0,019	<0,019	<0,019	2,04	<0,019	<0,019	<0,019	<0,019	<0,019	<0,019	<0,019	<0,019	<0,019	<0,019
Etilbenzene	µg/l	50	0,0326	<0,02	0,0231	0,0356	0,0261	0,0327	<0,02	0,0243	<0,02	<0,02	<0,02	0,0218	0,0208	<0,02
Stirene	µg/l	25	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021	<0,021
Toluene	µg/l	15	0,12	<0,021	0,0815	0,0794	0,0849	0,109	<0,021	0,0708	0,0617	0,0501	<0,021	0,0681	0,0762	0,0806
o-Xilene	µg/l		0,0653	<0,021	0,0406	0,127	0,0392	0,0531	<0,021	0,0492	<0,021	0,0386	<0,021	0,0420	0,0486	0,0410
m,p-Xilene	µg/l	10	0,172	<0,048	0,109	0,166	0,116	0,151	<0,048	0,112	0,0848	0,0878	<0,048	0,0997	0,124	0,092
Idrocarburi C10-C40 come n-esano	µg/l		53,2	24,8	97,7	106	30,5	25,4	<15,0	<15,0	30,2	85	84	<15,0	22,4	55,4
Idrocarburi C5-C10 come n-esano	µg/l		<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	<25,0	35,7	<25,0	<25,0	<25,0
Idrocarburi totali come esano	µg/l	350	53,2	<25,0	97,7	106,0	30,5	25,4	<25,0	<25,0	30,2	85,0	119,0	<25,0	<25,0	55,4

Tabella 1 – Risultati campagna monitoraggio del 22/6/2017, dati di parte

I risultati riportati in tabella indicano, per la quasi totalità dei casi, valori conformi alle rispettive CSC per tutti i composti ricercati; unica eccezione è il parametro Benzene, rilevato in concentrazione di 2,4 ug/L in corrispondenza del piezometro P2.

Sulla scorta dei dati ottenuti in quest'ultima campagna si riporta di seguito un aggiornamento della valutazione del trend che caratterizza lo stato di qualità delle acque rispetto ai parametri più significativi.

5 VALUTAZIONI TREND DELLE CONCENTRAZIONI

Come mostrato nei grafici descrittivi gli andamenti dei contaminanti rilevati presso la rete piezometrica del sito, nel periodo di riferimento relativo alla stesura del presente studio, si è osservata in generale una progressiva diminuzione delle concentrazioni rilevate, con valori che nel 2016-2017 si sono stabilmente assestati, in buona parte dei casi, al di sotto delle CSC per i contaminanti di interesse.

5.1 IDROCARBURI TOTALI COME N-ESANO

Nella seguente figura è rappresentato, relativamente ai dati ottenuti dal laboratorio di parte, l'andamento rilevato per il parametro in oggetto nel periodo di riferimento; l'andamento evidenzia che a partire dal 2015 i valori riscontrati risultano sempre inferiori alle CSC, ad eccezione del punto MP3, per il quale si è osservato un valore di poco superiore alla CSC (357 contro 350 ug/L) nella campagna di luglio 2015.

Si evidenzia inoltre che nella campagna del dicembre 2015, in corrispondenza del pozzo P1, ARPA ha rilevato una concentrazione di 1.696 ug/L per tale parametro, contro un dato di parte di 38,4 ug/L; ai fini dell'analisi di rischio tale dato, benché anomalo rispetto al trend osservato in generale per il parametro in questione, è comunque stato considerato.

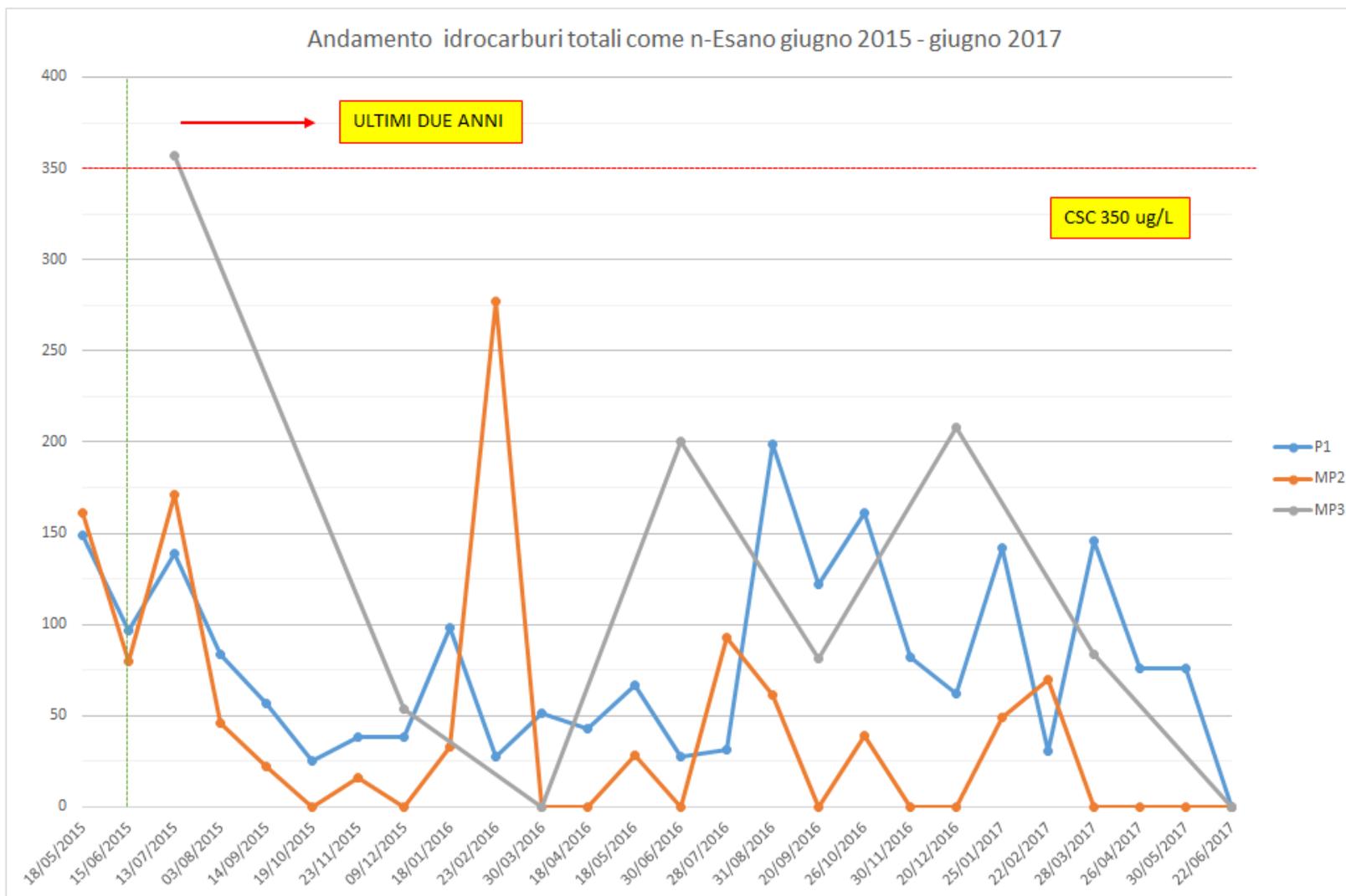


Figura 1 – Andamento storico Idrocarburi totali come n-Esano, dati laboratori di parte, a partire dall’avvio del P&T.



5.2 BENZENE

In relazione al Benzene si osserva, nel periodo di riferimento, una progressiva diminuzione dei valori di concentrazione rilevati; in particolare, dai mesi di giugno - luglio 2015, periodo in corrispondenza del quale è stato rilevato l'ultimo picco relativo presso i piezometri MP3 (561 ug/L – luglio 2015) e MP2 (544 ug/L – giugno 2015), si osserva quanto segue:

- Il piezometro P1 presenta valori conformi alle CSC in tutte le campagne svolte, eccetto tre casi (giugno, luglio, novembre 2016) ove i valori rilevati sono comunque di poco superiori al limite normativo (max rilevato 2,58 ug/L);
- Il piezometro P1 tris risulta sempre conforme alle CSC eccetto la campagna di settembre 2016, con valore di poco superiore al limite normativo (2,24 ug/L);
- Il piezometro P2 presenta superamenti nelle campagne di giugno, settembre e dicembre 2016, marzo e giugno 2017 (max 5,4 ug/L nella campagna di dicembre 2016);
- Il piezometro MP2, a partire dal maggio 2016 (25,9 ug/L) non presenta concentrazioni superiori alle CSC;
- Il piezometro MP3 non presenta concentrazioni superiori alle CSC a partire dal settembre 2016;
- Il piezometro P1 bis non presenta superamenti della CSC a partire dal settembre 2014;
- Il piezometro P3 non presenta superamenti della CSC a partire dal novembre 2014;
- Il piezometro MP1 non presenta superamenti della CSC a partire dal marzo 2015;
- Il piezometro MP4 non presenta superamenti della CSC a partire dal luglio 2015;

Quanto sopra indicato, trova conferma nel grafico di sintesi riportato nella seguente figura, permettendo di rilevare la progressiva diminuzione delle concentrazioni di benzene nei vari piezometri, sino ai valori del 2016/2017, ormai stabilizzati.

Si rileva infine come il confronto tra i dati del laboratorio di parte e quelli del laboratorio ARPA relativamente a tale parametro, presenti una buona concordanza a partire dal dicembre 2015, campagna a partire dalla quale si è stabilito di procedere al prelievo di campioni senza aggiunta di Solfato Acido di Sodio; i riscontri ARPA concordano infatti quanto rilevato dal laboratorio di parte, confermando di fatto il trend osservato sulla base dei dati di parte.

Non risultano ad oggi disponibili i risultati del laboratorio ARPA relativi alle campagne condotte nel 2017.

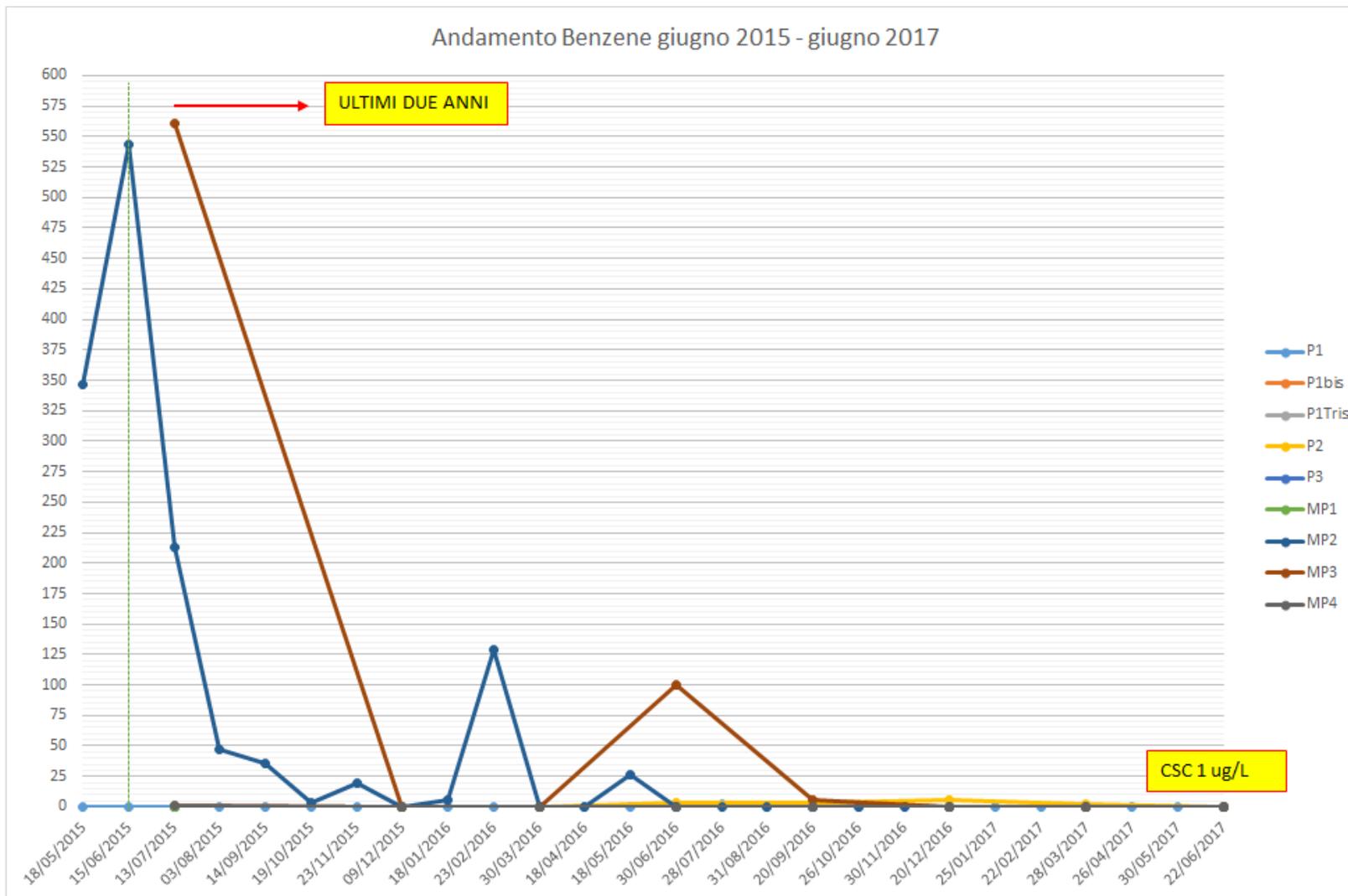


Figura 2 – Andamento storico Benzene, dati laboratori di parte, a partire dall’avvio del P&T.



5.3 TOLUENE E XILENI (O – M, P)

Per quanto attiene il parametro Toluene si osserva dal grafico proposto che lo stesso, nel periodo di riferimento, risulta sempre conforme alle CSC; quanto rilevato dal laboratorio di parte è confermato anche dai dati ARPA che, relativamente a tale parametro, risultano in linea, relativamente ai dati ad oggi disponibili.

Per quanto attiene il parametro m,p-Xilene, per il quale è proposto un ulteriore grafico relativo al periodo di riferimento, si può osservare quanto segue:

- Il piezometro MP2 è il solo che presenta superamenti delle CSC nel periodo esaminato;
- Ad eccezione di un picco di concentrazione pari a 50 ug/L, osservato nella campagna del 23/2/2016, il parametro risulta conforme a partire dal luglio 2015, avendo sempre osservato valori inferiori alla CSC.

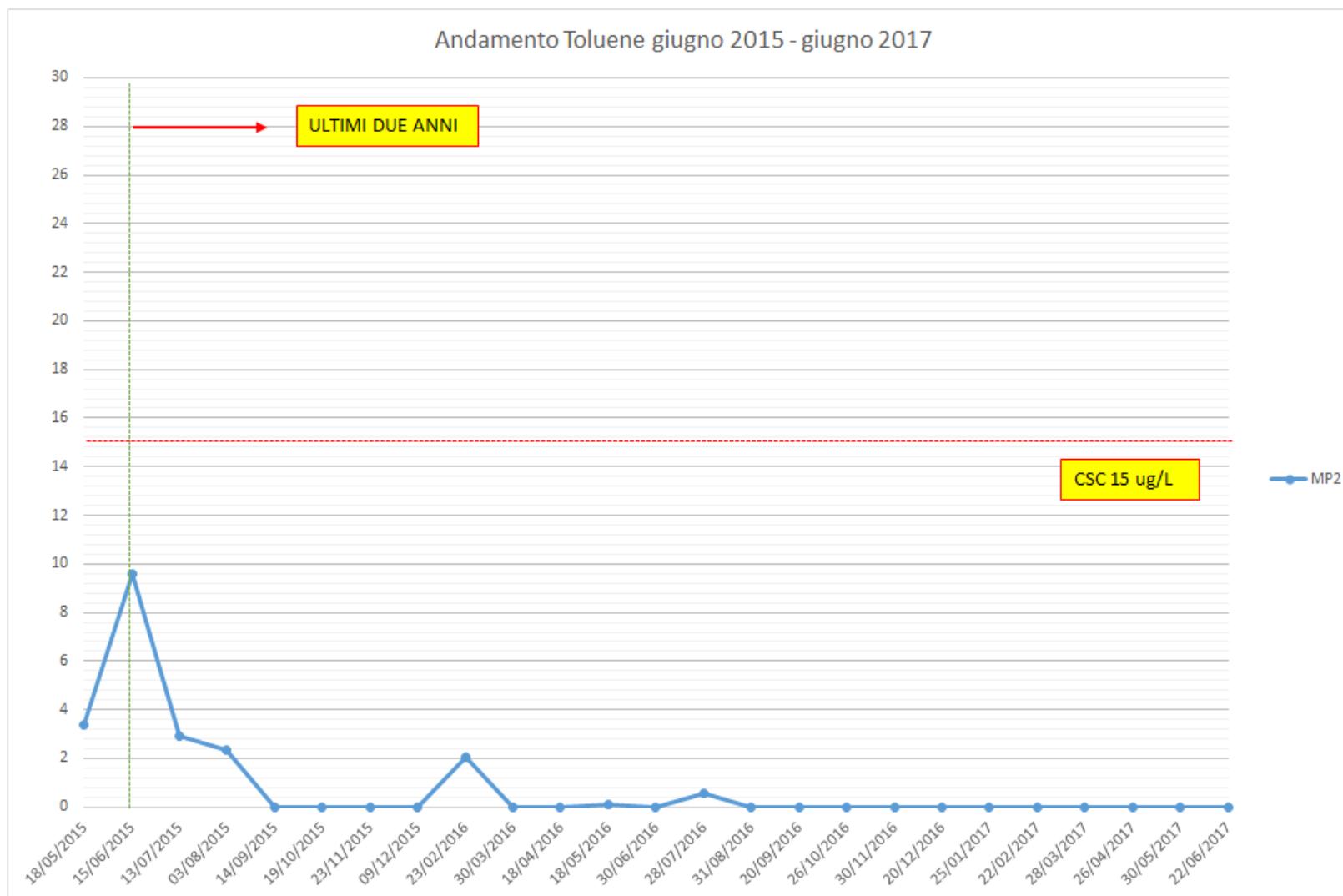


Figura 3 – Andamento storico Toluene, dati laboratori di parte, a partire dall’avvio del P&T.

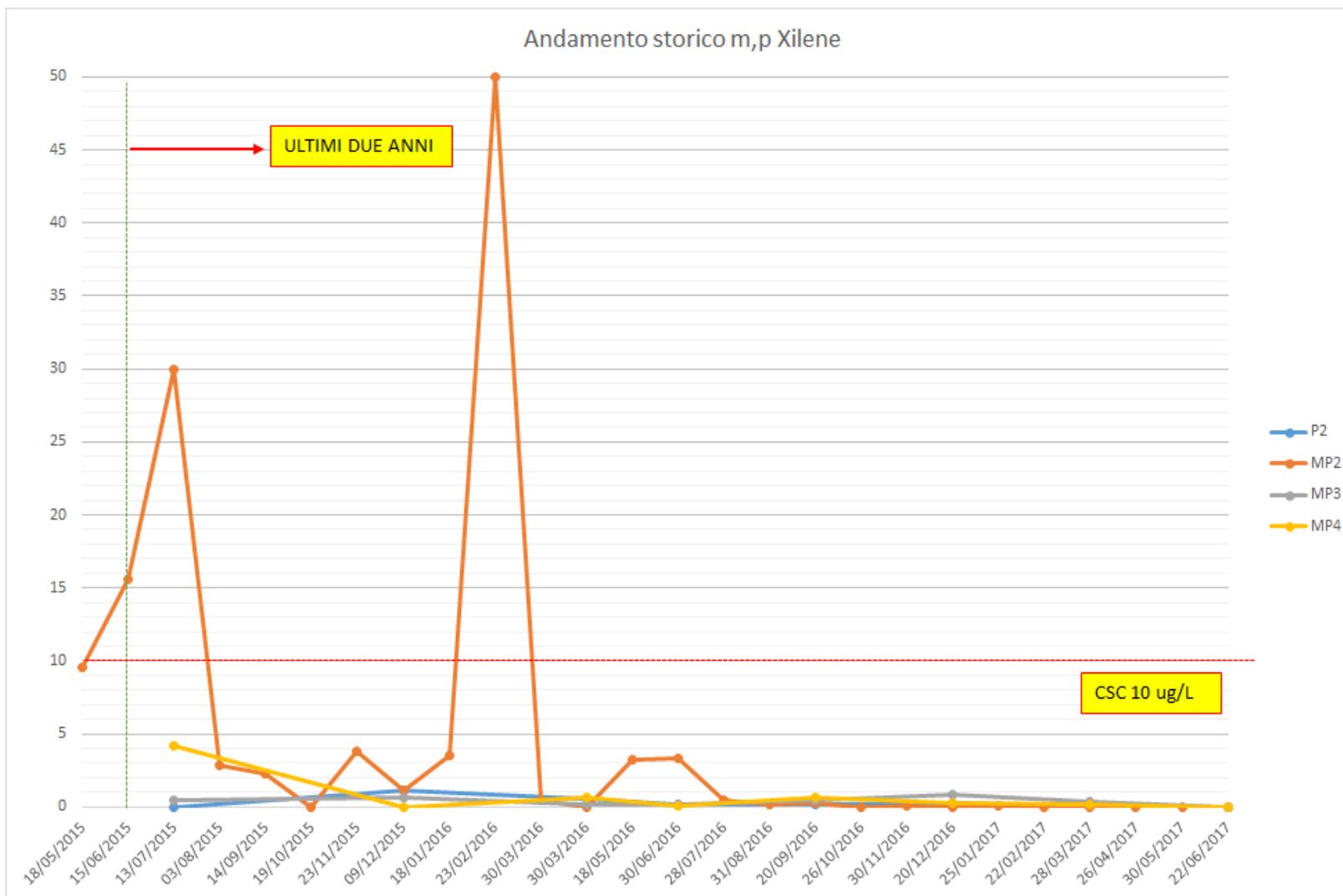


Figura 4 – Andamento storico m,p Xilene, dati laboratori di parte, a partire dall’avvio del P&T.

5.4 CONCLUSIONI RELATIVE ALL'EVOLUZIONE DEL QUADRO IDROCHIMICO DEL SITO

Con riferimento all'analisi dati proposta nel presente capitolo, relativamente ai contaminanti di interesse che sono stati rilevati nel sito in esame nell'ambito delle varie campagne di monitoraggio svolte, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- I trend delle concentrazioni osservate confermano, per tutti i contaminanti di interesse, una diminuzione dei valori rilevati;
- Tale decrescita ha portato, in buona parte dei casi, a osservare concentrazioni di contaminanti che si sono assestate a valori inferiori alle CSC, in particolare per Idrocarburi totali come n-Esano e Toluene;
- Per quanto attiene il Benzene i valori sono stabilmente inferiori alle CSC in tutti i punti di osservazione, ad eccezione del piezometro P2, per il quale i valori osservati risultano poco superiori al limite di 1 ug/L;
- A fronte di quanto indicato sopra per il Benzene, nei corrispondenti piezometri di valle rispetto a P2 non si osservano superamenti delle CSC a partire dal dicembre 2015;
- Per quanto attiene lo Xilene e i suoi isomeri (o, e m, p) pur osservando un trend di diminuzione dei valori di concentrazione permangono, in alcuni casi, superamenti della CSC corrispondente o del valore guida ISS, interessando comunque il solo piezometro MP2;
- A fronte di quanto sopra indicato per lo Xilene e i suoi isomeri si osserva che dal febbraio 2016 i valori risultano sempre conformi alle CSC

6 MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO DEL SITO

6.1 SORGENTI SECONDARIE DI CONTAMINAZIONE

Le diverse campagne di indagine e monitoraggio che hanno interessato il sito, dettagliatamente descritte nella documentazione tecnica resa disponibile dalla Committente, hanno permesso di accertare la presenza di un'unica sorgente secondaria di contaminazione, a carico della matrice acque sotterranee, ubicata presso l'area sud orientale; le sostanze che nelle diverse campagne di indagine svolte sono state rilevate in concentrazioni superiori alle CSC di cui al Testo Unico Ambientale (TUA) sono:

- Idrocarburi totali come n-Esano;
- Benzene, Toluene, Xileni (m,p).

Sono inoltre state rilevate occasionalmente concentrazioni non nulle di Xileni (o), parametro in relazione al quale non risulta definita una CSC nel TUA; tuttavia, per tale parametro, l'ISS individua un valore limite per le acque sotterranee pari a 10 ug/L, analogo alla CSC definita per l'isomero (p).

Come mostrato nella documentazione prodotta dalla Committente, le indagini hanno altresì accertato l'assenza di contaminazioni a carico del suolo superficiale e profondo, secondo i risultati ottenuti dal laboratorio di parte e dal laboratorio ARPA che ha svolto le analisi in contraddittorio.

In ragione di quanto rilevato a carico della falda il sito risulta oggetto di un intervento di messa in sicurezza d'emergenza a carico della falda, tramite impianti pump & treat, che interessano i piezometri P1 e MP2, dettagliatamente descritti nel progetto di messa in sicurezza d'emergenza (Elaborato B12/076/01); il sistema risulta costituito, presso ciascuno dei piezometri, da un impianto di sollevamento delle acque sotterranee che immette in un impianto di trattamento a carboni attivi per acqua, avente la funzione di trattenere i contaminanti presenti, prima dell'immissione delle stesse acque in corso d'acqua superficiale, secondo autorizzazione rilasciata dalla Provincia di Cremona.

Gli impianti sono stati avviati nell'ottobre 2013; i monitoraggi sin qui condotti hanno permesso di rilevare l'efficacia dei sistemi installati poiché il piezometro P5, di controllo in valle idrogeologica rispetto alla contaminazione rilevata, risulta costantemente esente da contaminazione, come illustrato nei report periodicamente predisposti ed inviati.

Una rappresentazione grafica dell'area sorgente individuata è riportata nella Tavola 1; la sorgente di contaminazione in falda è stata perimetrata considerando le prescrizioni formulate dagli enti in Conferenza dei Servizi, anche in considerazione delle risultanze relative all'estensione del dataset di riferimento per la determinazione delle CRS, secondo i seguenti criteri:

- Il limite N è stato perimetrato in corrispondenza del piezometro MP6, primo punto risultato esente da contaminazione a monte del piezometro P2;
- Il limite E è stato perimetrato in corrispondenza del piezometro MP1, che nella serie storica di dati disponibili tra il giugno 2015 al giugno 2017 non presenta superamenti delle CSC per i parametri oggetto di studio. Per quanto attiene la porzione SE della sorgente, la perimetrazione proposta include il piezometro MP4, che nella serie storica considerata ha evidenziato una concentrazione di Benzene pari a 1,3 ug/L nel luglio 2015. Il limite è stato tracciato parallelamente alla direzione di flusso della falda, partendo dal punto MP1;
- Il limite W è stato tracciato a partire dal piezometro MP6 sino ai piezometri P3 e MP5, includendo l'area di influenza del piezometro MP2 in emungimento;
- Il confine S della sorgente è stato cautelativamente esteso sino al punto P5, considerato anche punto di conformità ai fini dello studio.

6.2 MECCANISMI DI TRASPORTO PERCORSI DI ESPOSIZIONE E BERSAGLI

Sulla base di quanto rilevato in termini di sorgente di contaminazione i possibili meccanismi di trasporto sono i seguenti:

- Migrazione della contaminazione in falda verso il POC, rappresentato nel caso in esame, dal piezometro P5, posto cautelativamente a distanza pari a 0;
- Volatilizzazione dei contaminanti in falda verso l'ambiente indoor e outdoor.

I possibili bersagli sono rappresentati dalle acque sotterranee al POC e dai lavoratori operanti presso il sito, i quali potrebbero risultare esposti attraverso ai vapori dalla falda per inalazione, sia in ambiente indoor che outdoor.

Non essendo presenti abitazioni nell'intorno della sorgente di contaminazione e del sito si ritiene ragionevole escludere un possibile interessamento di bersagli residenziali.

6.3 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

Sulla base dei dati stratigrafici rilevati, partendo da piano campagna si osserva un primo litotipo (I), prevalentemente costituito da sabbie e ghiaie, con locale presenza di terreno di riporto; lo spessore di questo litotipo è compreso tra 1 e 2 mt.

Al di sotto del litotipo I si osserva un secondo litotipo (II), di natura argillosa – limosa / sabbiosa, avente spessori compresi tra 0,3 mt e 2 mt; tale litotipo risulta caratterizzato da un'intercalazione di sabbie fini e ghiaie, ben riscontrabili nel sottosuolo del sito, con spessore piuttosto contenuto, al massimo di 40 cm.

Sulla base di quanto precedentemente esposto relativamente alle osservazioni degli enti, ai fini del presente studio, il sottosuolo verrà cautelativamente considerato caratterizzato dal litotipo I che, sulla base delle tessiture proposte dalle Linee Guida ex APAT, risulta afferente alla tipologia SAND, peraltro confermato anche dai dati analitici resi disponibili agli enti dalla Committente.

7 MODALITÀ DI ELABORAZIONE DELLO STUDIO

La redazione dell'analisi di rischio ha comportato lo sviluppo di 3 elaborazioni che hanno avuto per oggetto il calcolo dei rischi per ambo i bersagli individuati e per i possibili percorsi di esposizione / meccanismi di trasporto, oltre al calcolo degli obiettivi di bonifica da trapiandare (CSR).

Così come previsto dall'Allegato 4 di cui al Titolo V Parte Quarta del D.Lgs. 152/06, è stata condotta un'analisi di rischio finalizzata alla determinazione dell'eventuale rischio sanitario e ambientale derivante dalla contaminazione rilevata in sito, mediante l'impiego di un software che rispettasse quanto indicato dalla stessa normativa e dal documento "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" revisione 2 del marzo 2008.

Le elaborazioni sono state condotte utilizzando il software **RISK NET 2.1**, messo a punto da RECONnet su iniziativa dell'Università di Roma "Tor Vergata"; il software permette di calcolare il rischio e gli obiettivi di bonifica legato alla presenza di contaminanti all'interno di un sito, applicando la procedura APAT-ISPRA di analisi di rischio sanitaria, in accordo con quanto previsto dalla normativa italiana (D.Lgs. 152/06 e D.Lgs. 04/08).

7.1 ELABORAZIONI SVOLTE

Le elaborazioni svolte sono di seguito elencate:

- Una prima elaborazione (E1-Capralba) finalizzata alla determinazione del rischio inteso come HI (Indice di pericolo per bersagli umani), R (Rischio cancerogeno per bersagli umani), RGW (Rischio per la falda al POC), utilizzando i dati meteorologici rilevati presso la stazione ARPA di Capralba;
- Una seconda elaborazione (E1-Rivolta) finalizzata alla determinazione del rischio inteso come HI (Indice di pericolo per bersagli umani), R (Rischio cancerogeno per bersagli umani), RGW (Rischio per la falda al POC), utilizzando i dati meteorologici rilevati presso la stazione ARPA di Rivolta d'Adda;

- Una terza elaborazione (E2) finalizzata alla determinazione degli obiettivi di bonifica (CSR) a partire dai valori di rischio più cautelativi tra quelli precedentemente calcolati.

La scelta di operare attraverso tre diverse simulazioni è stata orientata in ordine ai seguenti aspetti:

- Necessità di verificare le condizioni maggiormente cautelative per i lavoratori del sito rispetto alle condizioni meteorologiche rilevate dalle due stazioni meteo di riferimento;
- Necessità di individuare la frazione critica per il contaminante Idrocarburi totali come n-Esano, non disponendo di speciazione idrocarburica;
- Necessità di valutare rispetto ai contaminanti della famiglia Xileni, l'eventuale presenza di un rischio cumulato superiore ai rischi individuali associati a ciascun isomero, oltre alla determinazione dell'isomero con rischio associato maggiore, in particolare per m-Xilene e p-Xilene, in relazione al fatto che non si dispone di dati di concentrazione dei singoli, ma solo di m+p-Xilene.

7.2 DATI DI INPUT

Di seguito viene fornita una disamina dei valori di input attribuiti ai parametri in gioco nel software Risk-net 2.1, utilizzato per lo sviluppo dell'analisi di rischio, secondo il MCD precedentemente illustrato; la trattazione segue l'ordine di inserimento definito dal software che verrà impiegato, relativamente ai soli parametri richiesti.

7.3 SELEZIONE CONTAMINANTI

Come accennato nei precedenti capitoli i contaminanti rilevati storicamente nelle acque sotterranee del sito sono principalmente il Benzene e, subordinatamente, Idrocarburi totali come n-Esano, Toluene e Xileni (isomeri orto e meta, para).

7.4 CONCENTRAZIONI RAPPRESENTATIVE SORGENTE

Sulla base di quanto richiesto dagli enti le concentrazioni rappresentative da attribuire alla sorgente sono state determinate da una disamina approfondita dello storico dati disponibile a partire dai due anni precedenti la redazione del presente studio, ovvero dal giugno 2015.

Al fine di definire la concentrazione rappresentativa in sorgente (CRS) per ciascun contaminante si è proceduto come segue:

- Individuazione della concentrazione massima riscontrata nell'arco temporale considerato per ciascun contaminante in corrispondenza di ciascuno dei piezometri ricadenti entro la sorgente delimitata (§ Tavola 1);
- Determinazione della CRS per ciascun contaminante mediante elaborazione statistica con PRO UCL 5.0.00, in considerazione del fatto che sono disponibili, all'interno della sorgente, un numero di punti superiore a 10, numero minimo per procedere con elaborazione statistica secondo le Linee Guida ex APAT.

Il database elaborato e i risultati ottenuti sono forniti in Allegato 1, mentre di seguito si riportano sinteticamente le CRS fornite dal programma di calcolo.

PARAMETRO	UCL	CRS (ug/L)
Idrocarburi totali come n-Esano	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL	735
Benzene	Valore Massimo	561
Toluene	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL	3,977
o-Xilene	95% Chebyshev (Mean, Sd) UCL	5,586
m,p-Xilene	99% Chebyshev (Mean, Sd) UCL	39,37
Xileni (Σ o,m,p)	99% Chebyshev (Mean, Sd) UCL	50,64

Tabella 2 – Concentrazioni Rappresentative Sorgente (CRS) tratte da PRO UCL

In merito ai valori riportati in tabella si precisa quanto segue:

- Per quanto attiene il Benzene il software restituisce un valore di UCL ben superiore alla Cmax della popolazione dati. In tali circostanze le Linee Guida ex APAT suggeriscono di inserire il valore massimo di concentrazione del dataset di riferimento;
- Per quanto attiene gli Idrocarburi totali come n-Esano, non disponendo di dati di speciazione, ai fini del calcolo del rischio, si procederà con l'attribuzione della CRS a ciascuna delle frazioni MADEP. Sulla base del valore di rischio massimo riscontrato verrà individuata la classe MADEP maggiormente cautelativa e la CSR (Concentrazione Soglia di Rischio) verrà calcolata rispetto a tale frazione;
- Per quanto attiene lo Xilene, si è ritenuto opportuno, in via cautelativa, nel calcolo del rischio, considerare sia i singoli isomeri sia la somma dei tre, in modo tale da individuare quello maggiormente critico e procedere al calcolo della CSR a partire da questo, oltre ad una valutazione relativa ai rischi cumulati derivanti dai 3 isomeri.

7.5 RICETTORI

Come accennato in precedenza i ricettori individuati sono:

- Lavoratori operanti presso il sito;
- Acque sotterranee in corrispondenza del POC, individuato presso il piezometro P5 che, sulla base della perimetrazione proposta risulta ricadere in corrispondenza del confine sud della sorgente di contaminazione.

7.5.1 PARAMETRI ESPOSIZIONE

Per quanto attiene i parametri relativi all'esposizione del bersaglio Lavoratori operanti presso il sito i valori attribuiti sono quelli di default di cui alle Linee Guida ex APAT, di cui alla tabella 3.4.3.

7.6 CARATTERISTICHE DEL SITO – INSATURO

Profondità piano di falda (L_{GW}) – m

Il valore proposto per tale parametro è pari a **2,03 mt** è stato misurato in campo in corrispondenza del piezometro P1 bis in data 30/6/2016; tale valore rappresenta il minimo di soggiacenza rilevato nel 2016 presso la rete piezometrica.

In analogia con quanto indicato per i contaminanti sono stati valutati i dati di soggiacenza rilevati nel periodo di riferimento compreso tra il giugno 2015 e il giugno 2017 considerando, per ciascun punto, il minimo dei valori riscontrati; nella seguente tabella si riportano i dati di soggiacenza rilevati dai quali è stato ricavato il valore attribuito al parametro L_{GW} .

DATA	P1	P1 bis	P1 tris	P2	P3	P4	P5	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	
15/06/2015	IN EMUNGIMENTO	3,37	3,35	2,91	3,06	3,02	3,04	3,63	IN EMUNGIMENTO	3,09	3,47				
13/07/2015		3,48	3,46	3,03	3,19	3,15	3,12	3,74		3,51	3,55				
03/08/2015		3,51	3,49	3,07	3,21	3,18	3,17	3,78		3,54	3,61				
14/09/2015		3,22	3,12	2,75	2,83	2,82	2,88	3,48		3,21	3,32				
19/10/2015		3,03	2,98	2,56	2,66	2,64	2,68	3,29		3,03	3,14				
23/11/2015		3,12	3,09	2,67				3,38		3,12	3,22				3,09
09/12/2015		3,12	3,07	2,66	2,76	2,75	2,79	3,4		3,14	3,23	3,1	2,65	3,09	
19/01/2016		3,08	3,04	2,63	2,73	2,71	2,75	3,37		3,09	3,19	3,09	2,63	3,06	
15/02/2016		2,82	2,76	2,36	2,45	2,43	2,47	3,09		2,8	2,92	2,81	2,33	2,78	
30/03/2016		3,02	2,97	2,56	2,66	2,65	2,67	3,28		3	3,08	3	2,56	2,99	
18/04/2016		3,12	3,07	2,67	2,76	2,74	2,78	3,39		3,11	3,22	3,12	2,66	3,1	
16/05/2016				2,54	2,66	2,63	2,67	3,25		3	3,09	3,01	2,52	2,99	
30/06/2016		2,03	3,03	2,6	2,72	2,69	2,68	3,3		3,06	3,1	3,05	2,6	3,05	
28/07/2016		3,19	3,17	2,76	2,87	2,85	2,84	3,48		3,2	3,29	3,21	2,78	3,2	
31/08/2016		2,91	2,87	2,45	2,54	2,53	2,58	3,17		2,91	3,02	2,91	2,43	2,88	
20/09/2016		3,1	3,15	2,73	2,8	2,79	2,87	3,45		3,17	3,28	3,17	2,67	3,15	
26/10/2016		3,35	3,62	2,85	2,93	2,93		3,6		3,32		3,33	2,8	3,28	
30/11/2016		3,18	3,13	2,7	2,79	2,78	2,85	3,43		3,16	3,28	3,16	2,65	3,12	
20/12/2016		3,22	3,18	2,75	2,83	2,81	2,88	3,49		3,2	3,32	3,2	2,71	3,17	
22/02/2017		3,16	3,11	2,7	2,78	2,77	2,815	3,41		3,14	3,25				
28/03/2017	3,22	3,16	2,74	2,84	2,84	2,87	3,48	3,21	3,31	3,2	2,72	3,17			
26/04/2017	3,37							3,35							
22/06/2017	3,32		2,87				2,96				2,91	3,34			

Tabella 3 – Soggiacenze della falda misurate dal giugno 2015 (dati in mt da t.p.)

Spessore della zona insatura (h_v) – m

Tale valore è calcolato in automatico dal software sulla base del valore L_{GW} di cui sopra, dedotto lo spessore della frangia capillare, ricavato dalla granulometria rappresentativa dello strato che, per il caso di studio è sabbioso (SAND); le Linee Guida indicano per tale classe granulometrica uno spessore di frangia capillare pari a 0,1 mt, con conseguente valore di h_v pari a **1,93 mt**.

pH (pH) – adim., Densità del suolo (ρ_s) – g/cm³

Il valore del parametro pH non influenza i risultati dello studio, in quanto entra in gioco solo nel caso di contaminanti inorganici; per tale motivo i valori proposti per tali parametri sono pari rispettivamente a **6,8** e **1,7 g/cm³**, corrispondenti ai valori di default di cui alle LG.

Parametri insaturo e frangia capillare dipendenti dalla granulometria

PARAMETRO	VALORE
Porosità Efficace del terreno in zona insatura (θ_e) – adim.	0,385
Contenuto volumetrico di acqua (θ_w) – adim.	0,068
Contenuto volumetrico di aria (θ_a) – adim.	0,317
Contenuto volumetrico di acqua in frangia capillare (θ_{wcap}) – adim.	0,33
Contenuto volumetrico di aria in frangia capillare (θ_{acap}) – adim.	0,055
Spessore frangia capillare (h_{cap}) – m	0,1

Tabella 4 – Valori parametri relativi all'insaturo, dipendenti dalla tessitura del terreno

Per quanto riguarda i parametri dipendenti dalla granulometria del terreno insaturo, elencati nella precedente tabella, sono stati proposti i valori di default indicati nelle LG per la specifica classe granulometrica che, come sopra indicato, risulta essere afferente alla classe SAND.

7.7 CARATTERISTICHE DEL SITO – SATURO

Nessun parametro relativo a tale comparto è richiesto dal software.

7.8 CARATTERISTICHE DEL SITO – AMBIENTE OUTDOOR

Altezza zona di miscelazione (δ_{air}) – m.

Il valore proposto per tale parametro, corrispondente al valore di default indicato nelle LG, è pari a 2 m.

Estensione della sorgente nella direzione principale del vento (W') – m

Per determinare il valore da attribuire a tale parametro è stato necessario ricavare i dati relativi alla direzione principale del vento; il valore è stato dedotto dai dati relativi alla stazione meteorologica ARPA di Capralba, che fornisce una serie storica dal marzo 1996 al febbraio 2012.

I dati sono stati elaborati al fine di definire il diagramma anemologico della stazione, di seguito riportato.

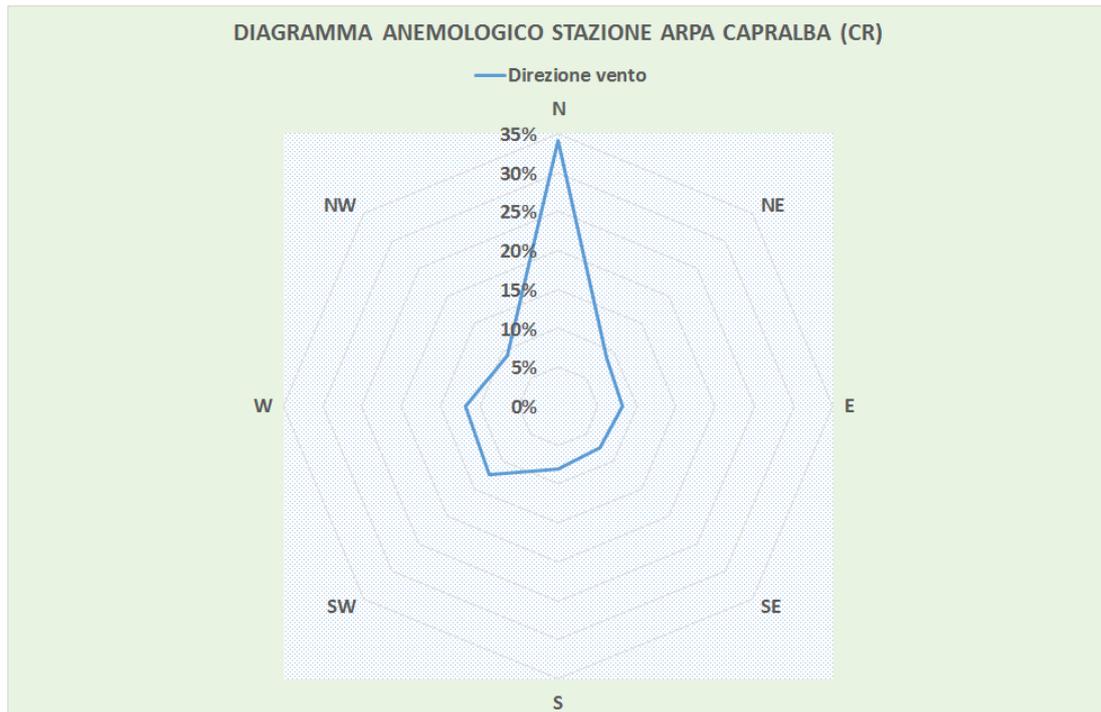


Figura 5 – Diagramma anemologico stazione di Capralba (CR)

L'elaborazione dati, il cui risultato è stato utilizzato per derivare i dati di input per tutte le elaborazioni condotte, indica una direzione principale del vento orientata **N-S**.

L'estensione della sorgente lungo la direzione di vento prevalente risulta pertanto essere pari a **333,03 mt.**

In analogia con quanto sopra esposto per la stazione di Capralba è stata determinata la direzione prevalente del vento anche per la stazione di Rivolta d'Adda, ottenendo il seguente diagramma anemologico.

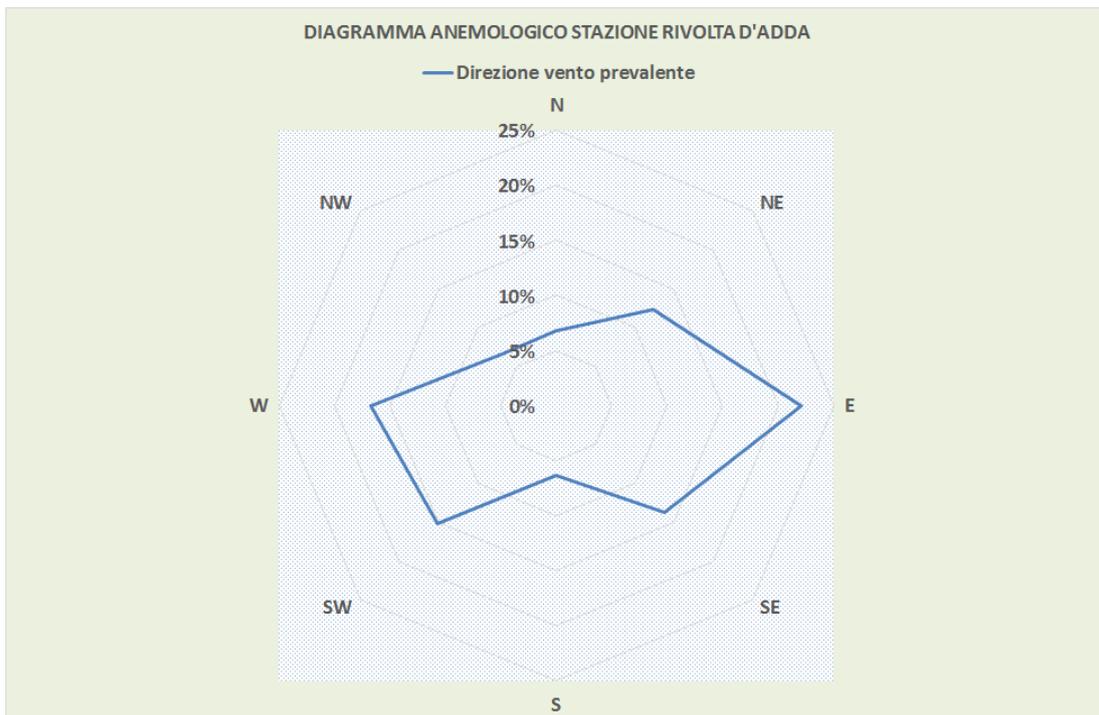


Figura 6 – Diagramma anemologico stazione di Rivolta d'Adda (CR)

L'elaborazione dati, il cui risultato è stato utilizzato per derivare i dati di input per tutte le elaborazioni condotte, indica una direzione principale del vento orientata **E-W**.

L'estensione della sorgente lungo la direzione di vento prevalente risulta pertanto essere pari a **226,28 mt.**

Nella Tavola 1 sono rappresentate le dimensioni della sorgente rispetto alle due direzioni individuate dall'analisi dei dati anemologici delle due stazioni considerate.

Velocità del vento (U_{air}) – m/s

Il valore proposto per tale parametro è stato ricavato dall'elaborazione dei dati relativi alla stazione di Capralba; così come previsto il valore ottenuto rappresenta il minimo delle medie annue registrate dalla stazione.

In relazione al fatto che, come indicato nelle LG, la quota del sensore di velocità del vento è in genere posta a 10 mt dal suolo, tenuto conto della necessità di riferire il valore alla quota di 2 mt, è stata applicata la formula di conversione 3.2.14, considerando una classe di stabilità "D" per suolo rurale, visto il contesto in cui l'area ricade; applicando la formula

$$\frac{U_{air}(z_1)}{U_{air}(z_2)} = \left(\frac{z_1}{z_2}\right)^p$$

dove

- $U_{air}(Z1)$ è la velocità media annua minima misurata alla quota $Z1$ (0,593 m/s)
- $U_{air}(Z2)$ è la velocità media annua minima misurata alla quota $Z1$ (incognita)
- $Z1$ è la quota del sensore (10 m)
- $Z2$ è la quota alla quale riferire il valore di velocità (2 m)
- p è il coefficiente di Pasquill, funzione della classe di stabilità atmosferica e della rugosità del suolo (0,15 per ambienti rurali, 0,25 per ambienti urbani)

si ottiene un valore di U_{air} pari a **0,47 m/s** per contesti urbani.

In analogia con quanto sopra esposto è stato ricavato il valore di velocità del vento della stazione di Rivolta d'Adda, risultato essere pari a 1,4324 m/s alla quota di 10 mt dal suolo; partendo da questo dato e dal valore del coefficiente p sopra indicato, si ottiene una velocità del vento pari a **1,13 m/s** riferito alla quota di 2 mt.

Tempo medio di durata del flusso di vapore (τ_{outdoor}) – anni.

Il valore attribuito a tale parametro è pari a 25 anni per il contesto commerciale industriale, così come previsto nelle Linee Guida ex APAT.

7.9 CARATTERISTICHE DEL SITO – AMBIENTE INDOOR

Sulla scorta di quanto richiesto dagli enti in Conferenza dei Servizi e nei propri pareri, è stata effettuata una disamina degli edifici presenti in corrispondenza della zona caratterizzata da contaminazione in falda, al fine di determinare i parametri sito specifici descriventi le caratteristiche degli ambienti indoor.

Sulla base di quanto rilevato dalla Committente, il solo edificio caratterizzato da presenza di personale operativo è il “Fabbricato Multiuso”, la cui ubicazione è rappresentata in Tavola 1; altri ambienti indoor presenti in prossimità della zona contaminata sono locali tecnici, quali cabine elettriche, in cui la presenza di operatori è occasionale, sporadica e per durata di tempo estremamente limitata.

Oltre a quanto sopra esposto si rileva che presso il sito in esame non vi sono locali interrati, così come presso il “Fabbricato Multiuso”, che sarà utilizzato quale ambiente di riferimento per la definizione dei parametri relativi all’esposizione indoor.

Per quanto attiene tale fabbricato, attraverso il supporto della Committente, consultando la relazione strutturale a firma del Prof. Ing. G. Malerba, sono state reperite le seguenti informazioni / dati:

- In pianta l’edificio è costituito da due corpi rettangolari, tra loro affiancati a formare una “L”. in particolare, i due corpi presi singolarmente hanno dimensioni (riferiti ai fili esterni) pari a circa 24,80x13,20 m per il maggiore e 16,20x6,80 m per il minore;
- In elevazione si ha un solo piano (quello di copertura), impostato a circa 3,90 m dal piano campagna, senza piani interrati;

- I solai sono realizzati con travetti prefabbricati, disposti a passo regolare (50 cm) con interposti laterizi di alleggerimento; lo spessore risultante del solaio in opera è pari a 19,5 cm;
- Le fondazioni sono di tipo diretto su plinti isolati ed impostate a circa 1,90 m, al di sotto del piano campagna.

Dalle informazioni sopra riportate si desume che:

- L'area di infiltrazione totale, non essendo presenti piani interrati ed essendo la sorgente di contaminazione in falda, risulta essere pari alla somma delle aree dei due singoli corpi, ovvero 24,80x13,20 m + 16,20x6,80 m, per un totale di 437,52 mq;
- Il rapporto tra il volume dell'edificio e l'area di infiltrazione è pari all'altezza dello stesso edificio, dedotto lo spessore del solaio, ovvero 3,90 m – 0,195 m, per un valore pari a 3,705 m;
- Essendo le fondazioni impostate su plinti isolati, ai fini dell'elaborazione si è considerata, in via cautelativa, una fondazione di spessore costante pari a 0,15 m, impostata a partire dal piano campagna.

I valori proposti per i rimanenti parametri richiesti sono stati posti pari ai valori di default di cui alle LG, tenendo conto dei differenti contesti valutati (commerciale / industriale o residenziale); più precisamente i valori sono pari a:

PARAMETRO	VALORE
Frazione areale di fratture indoor (η)	0,01
Contenuto volumetrico di acqua nelle fratture (θ_{wcrack})	0,12
Contenuto volumetrico di aria nelle fratture (θ_{acrack})	0,26
Tasso ricambio aria indoor (ER) s ⁻¹	0,00023
Tempo medio di durata del flusso di vapore (τ_{indoor}) anni	25

Tabella 5 – Parametri input ambienti indoor

Un estratto della relazione strutturale dai quali sono stati reperiti i dati indicati sopra è riportata in Allegato 3.

8 RISULTATI

Di seguito si fornisce un quadro riassuntivo dei risultati dello studio condotto, mentre in Allegato 2 si riportano i files delle elaborazioni svolte.

8.1 LAVORATORI - RISCHIO CANCEROGENO

In relazione alle caratteristiche di cancerogenicità dei contaminanti oggetto di valutazione si rileva che l'unico composto classificato come cancerogeno tra quelli considerati è il Benzene; per tale sostanza il software, utilizzando i dati meteorologici della stazione di Capralba, restituisce un rischio cancerogeno pari a:

- $R=3,76E-06$ per inalazione di vapori dalla falda in ambiente Outdoor; 149
- $R=2,39E-06$ per inalazione di vapori dalla falda in ambiente Indoor. 235

Utilizzando i dati della stazione di Rivolta d'Adda i valori di R che si ottengono sono i seguenti:

- $R=1,06E-06$ per inalazione di vapori dalla falda in ambiente Outdoor; 529
- $R=2,39E-06$ per inalazione di vapori dalla falda in ambiente Indoor. 235

Il valore di R associato a tale sostanza, pari a $\text{MAX}(R_{\text{outdoor}}, R_{\text{indoor}})$, è pertanto pari a $3,76E-06$ utilizzando i dati meteo della stazione di Capralba, mentre risulta pari a $2,39E-06$ utilizzando i dati meteo della stazione di Rivolta d'Adda; in entrambi i casi il valore supera la soglia di accettabilità prevista di $1,00E-06$, soglia che verrebbe rispettata con concentrazioni di 149 ug/L nel caso dell'elaborazione con i dati meteo della stazione di Capralba, e con la concentrazione di 235 ug/L nel caso dell'elaborazione con i dati della stazione di Rivolta d'Adda.

Alla luce di quanto sopra esposto, il risultato ottenuto risente fortemente della concentrazione inserita per il Benzene, che risulta pari al valore massimo rilevato negli ultimi due anni di monitoraggio; analizzando la sequenza di dati del periodo di riferimento, proposta nel grafico di figura 2 (capitolo 5) si rileva che tali condizioni di concentrazione sono limitate ad un lasso temporale di soli due mesi rispetto al periodo di osservazione e che, successivamente, le concentrazioni rilevate sono tali

da mantenere il valore di R sotto la soglia di accettabilità, ovvero con assenza di rischio.

8.2 LAVORATORI - HAZARD INDEX

Per quanto attiene l'indice HI, indice di pericolo, si riporta di seguito le tabelle riepilogative fornite dal software, per le simulazioni effettuate a partire dai dati anemologici della stazione di Capralba e di Rivolta d'Adda.

Contaminanti	Soglia accettabilità	Inalazione Vapori Outdoor HI	Inalazione Vapori Indoor HI
Alifatici C5-C8	1,00E+00	1,59E+00	1,10E+00
Alifatici C9-C18	1,00E+00	1,78E+00	1,23E+00
Alifatici C19-C36	1,00E+00	1,36E+00	9,40E-01
Aromatici C9-C10	1,00E+00	3,93E-02	2,53E-02
Aromatici C11-C22	1,00E+00	7,49E-03	2,81E-03
Benzene	1,00E+00	4,50E-02	2,87E-02
Toluene	1,00E+00	1,95E-06	1,26E-06
o-Xilene	1,00E+00	9,90E-05	6,23E-05
m-Xilene	1,00E+00	9,11E-04	5,88E-04
p-Xilene	1,00E+00	8,77E-04	5,64E-04
Xileni	1,00E+00	1,09E-03	6,90E-04

Tabella 6 – Valori HI forniti dal software – dati meteo stazione di Capralba

Contaminanti	Soglia accettabilità	Inalazione Vapori Outdoor HI	Inalazione Vapori Indoor HI
Alifatici C5-C8	1,00E+00	4,48E-01	1,10E+00
Alifatici C9-C18	1,00E+00	5,00E-01	1,23E+00
Alifatici C19-C36	1,00E+00	3,83E-01	9,40E-01
Aromatici C9-C10	1,00E+00	1,10E-02	2,53E-02
Aromatici C11-C22	1,00E+00	2,11E-03	2,81E-03
Benzene	1,00E+00	1,27E-02	2,87E-02
Toluene	1,00E+00	5,49E-07	1,26E-06
o-Xilene	1,00E+00	2,79E-05	6,23E-05
m-Xilene	1,00E+00	2,56E-04	5,88E-04
p-Xilene	1,00E+00	2,47E-04	5,64E-04
Xileni	1,00E+00	3,07E-04	6,90E-04

Tabella 7 – Valori HI forniti dal software – dati meteo stazione di Rivolta d'Adda

I dati relativi all'elaborazione condotta partendo dai dati anemologici della stazione di Capralba indicano valori superiori alla soglia di accettabilità per i soli idrocarburi, con la frazione alifatica C9-C18 che fornisce i valori massimi; dal confronto tra i valori calcolati si rileva che i valori massimi di HI risultano essere quelli per esposizione outdoor.

I valori di HI calcolati partendo dai dati anemologici della stazione di Rivolta d'Adda risultano, in generale, inferiori a quelli calcolati a partire dai dati anemologici di Capralba, per quanto attiene di valori per esposizione outdoor, mentre per l'esposizione indoor si ottengono valori uguali; si rileva, anche in questo caso, la soglia di accettabilità viene superata per i soli idrocarburi e i valori maggiori sono associati alla frazione alifatica C9-C18.

Infine, per quanto attiene la valutazione relativa agli isomeri dello Xilene, si rileva che i rischi più elevati sono quelli relativi al m-Xilene, calcolati a partire dai dati anemologici della stazione di Capralba.

Come indicato in precedenza per il parametro Benzene, rispetto ai valori di R calcolati, anche in questo caso si osserva che i risultati risentono fortemente del dato di CRS inserito; tale valore è stato calcolato considerando anche il dato ARPA del 9/12/2015 di 1.696 ug/L rilevato in P1, benché risulti anomalo rispetto al quadro storico osservato per tale parametro.

Infatti, escludendo tale valore dall'elaborazione effettuata con PRO UCL, ed inserendo il corrispondente dato di parte, la CRS risulterebbe tale fornire valori di HI pienamente conformi alla soglia di accettabilità, la quale risulta rispettata con valori di 600 ug/L; analizzando la serie di dati del periodo di riferimento si osserva che valori di questa entità non sono mai stati osservati (picco massimo 357 ug/L presso MP3 nel giugno 2015).

8.3 RISCHIO PER LA FALDA

Per quanto attiene il calcolo del rischio per la falda (RGW) il software effettua un confronto tra la concentrazione stimata la POC per ciascun contaminante e la CSC prevista dalla normativa; i valori di RGW, uguali per entrambe le elaborazioni condotte, non risentendo delle condizioni anemologiche differenti, sono riassunti nella seguente tabella.

Contaminanti	Soglia accettabilità	RGW
Alifatici C5-C8	1,00E+00	2,10E+00
Alifatici C9-C18	1,00E+00	2,10E+00
Alifatici C19-C36	1,00E+00	2,10E+00
Aromatici C9-C10	1,00E+00	2,10E+00
Aromatici C11-C22	1,00E+00	2,10E+00
Benzene	1,00E+00	5,61E+02
Toluene	1,00E+00	2,67E-01
o-Xilene	1,00E+00	5,60E-01
m-Xilene	1,00E+00	3,94E+00
p-Xilene	1,00E+00	3,94E+00

Tabella 8 – Valori RGW forniti dal software. Evidenziati in arancione i valori eccedenti la soglia di accettabilità.

Come lecito attendersi, partendo da CRS superiori alle CSC, il software fornisce valori di RGW superiori alla soglia di accettabilità per Idrocarburi, Benzene, m, p Xilene

Per quanto attiene gli isomeri dello Xilene m, p si osserva che il valore di RGW è certamente sovrastimato poiché dato dall'assunzione cautelativa che la concentrazione in sorgente sia pari, per ciascun isomero, alla concentrazione di m+p-Xilene.

Per quanto attiene le frazioni idrocarburiche considerate si osserva che per ciascuno il software restituisce lo stesso valore di RGW, accettabile, in quanto inferiore alla soglia di accettabilità.

Come nel caso di HI l'aver considerato il valore di 1.696 ug/L rilevato da ARPA, anomalo rispetto alla serie storica del parametro, porta ad una CRS superiore alla CSC (735 ug/L contro 350 ug/L) determinando un valore di RGW superiore alla soglia di accettabilità; la CRS determinata senza utilizzo del dato sopra indicato, risulterebbe ampiamente inferiore alla CSC, determinando pertanto un valore di RGW accettabile.

8.4 CONCENTRAZIONI SOGLIA DI RISCHIO

Nel presente paragrafo si riporta il dettaglio delle concentrazioni soglia di rischio restituite dal software attraverso l'Elaborazione E2, sviluppata considerando le seguenti evidenze emerse dal calcolo dei rischi:

- Rispetto al parametro Idrocarburi totali come n-Esano si considera la frazione Alifatici C9-C18, che ha fornito i valori di HI più cautelativi;
- Per quanto attiene gli Xileni si considera l'isomero m-Xilene, in relazione al fatto che, tra gli isomeri considerati, ha fornito i valori di HI più cautelativi.

Rispetto a quanto sopra specificato si sottolinea che i valori di CSR ottenuti saranno da ritenersi rappresentativi per il parametro Idrocarburi totali come n-Esano nel primo caso, per il parametro m,p-Xilene per il secondo caso.

Nella seguente tabella si riportano gli obiettivi di bonifica, che risultano pari alle CSC per la falda.

Contaminanti	CSR (ug/L)	CRS (ug/L)
Idrocarburi totale come n-Esano	350	735
Benzene	1	561
Toluene	15	3,977
o-Xilene	10	5,586
m,p-Xilene	10	39,37

Tabella 9 – Concentrazioni soglia di rischio. In arancione è evidenziata la concentrazione in sorgente eccedente la CSR calcolata.

I dati in tabella evidenziano come i parametri per cui le CSR vengano superate sono Idrocarburi, Benzene e m,p-Xilene; trattandosi di valori pari alle CSC gli obiettivi sono da ritenersi analoghi a quelli che sarebbero stati ottenuti partendo dai dati anemologi della stazione di Rivolta d'Adda.

Quanto sopra esposto indica la necessità di adottare interventi sulla falda atti a contenere la migrazione dei contaminanti verso il piezometro P5 (POC) al fine di impedire il superamento delle CSC, circostanza ad oggi comunque mai verificata.

Le elaborazioni svolte e i risultati ottenuti non tengono tuttavia conto del fatto che presso la sorgente sono attivi i due impianti P&T, la cui azione, di efficacia dimostrata dai risultati delle varie campagne di monitoraggio sin qui svolte, è proprio quella di impedire la migrazione della contaminazione in falda verso il POC.

9 CONCLUSIONI

Il presente studio, redatto su incarico di STOGIT S.p.A. per il proprio sito di Sergnano (CR), in ottemperanza alle richieste delle PP.AA. presentate nell'ambito della Conferenza dei Servizi dello scorso 21 giugno 2017 rappresenta l'analisi di rischio per il sito in parola.

Lo studio è stato condotto considerando quale sorgente di contaminazione la falda sottostante il sito, nella porzione presso la quale sono stati rilevati superamenti delle CSC per i contaminanti ricercati, nelle varie campagne di monitoraggio svolte, con riferimento al periodo compreso tra il giugno 2015 e il giugno 2017 (due anni antecedenti la redazione dello studio).

I contaminanti considerati sono risultati essere quelli per i quali, a partire dall'avvio degli impianti P&T per la messa in sicurezza d'emergenza della falda, è stato rilevato almeno un superamento del limite di legge o del valore guida fornito da ISS in carenza di CSC.

In relazione alla finestra temporale considerata per i dati di concentrazione che, per alcuni contaminanti, comprendono valori estremamente elevati rispetto a quelli che si registrano ormai da più di un anno, lo studio ha indicato il superamento delle soglie di R per il Benzene, di HI per gli Idrocarburi e di RGW per Idrocarburi, Benzene e m,p Xilene.

Il superamento della soglia di R risente fortemente della concentrazione inserita per il Benzene, che risulta pari al valore massimo rilevato negli ultimi due anni di monitoraggio; analizzando la sequenza di dati del periodo di riferimento, proposta nel grafico di figura 2 (capitolo 5) si rileva che tali condizioni di concentrazione sono limitate ad un lasso temporale di soli due mesi rispetto al periodo di osservazione e che, successivamente, le concentrazioni rilevate sono tali da mantenere il valore di R inferiore alla soglia di accettabilità, ovvero con assenza di rischio.

Anche per quanto attiene gli idrocarburi si osserva che il risultato ottenuto risente fortemente della presenza, nella popolazione dati analizzata, del valore rilevato da ARPA presso il piezometro P1 nel dicembre 2015, pari a 1.696, il quale influenza l'elaborazione effettuata con PRO UCL, fornendo una CRS di 735 ug/L, superiore alla CSC; escludendo tale dato, alquanto anomalo rispetto allo storico osservato nel periodo di riferimento sia dal laboratorio di Parte, sia da quello pubblico, la CRS risulterebbe tale da consentire il rispetto delle soglie HI e RGW, conducendo a risultati ben differenti da quelli ottenuti.

Gli obiettivi di bonifica, come nell'edizione precedente dello studio, risultano pari alle CSC a protezione della falda e vengono superati per i composti Benzene, Idrocarburi, m,p Xilene, evidenziando un rischio di superamento delle CSC al POC considerato (P5), richiedendo pertanto l'attuazione di interventi di bonifica / messa in sicurezza operativa a carico della falda nella sorgente considerata; i contaminanti per i quali è risultata tale necessità sono Benzene, m,p-Xilene e Idrocarburi totali come n-Esano.

Valutato che il software non considera gli effetti degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza attivi presso i piezometri P1 e MP2, che nel corso del tempo hanno dimostrato l'efficacia rispetto al contenimento della contaminazione, che non è mai stata rilevata in P5, si ritiene che tale azione sia da ritenersi risolutiva rispetto alla problematica evidenziata dall'analisi di rischio.

Dovrà pertanto essere presentato un progetto di messa in sicurezza operativa, che sarà basato sugli interventi attualmente in atto, ottimizzati rispetto al mantenimento dell'efficacia nel tempo degli impianti in funzione.

Allegato 1)

Files elaborazioni PRO UCL - Files



TECNOLOGIE DI BONIFICA E MONITORAGGIO

Via Segrino, 6 – 20098 Sesto Ult. Di S. Giuliano Mil.se (MI) Tel. 02/9880762 Fax 02/98281628
Corte degli Arrotini, 1 – 28100 Novara Tel. 0321/499488 Fax 0321/520037

Allegato 2)

Files elaborazioni RISK NET 2.1 - Files



TECNOLOGIE DI BONIFICA E MONITORAGGIO

Via Segrino, 6 – 20098 Sesto Ult. Di S. Giuliano Mil.se (MI) Tel. 02/9880762 Fax 02/98281628
Corte degli Arrotini, 1 – 28100 Novara Tel. 0321/499488 Fax 0321/520037

Allegato 3)

Stralcio Relazione Strutturale Fabbricato Multiuso



TECNOLOGIE DI BONIFICA E MONITORAGGIO

Via Segrino, 6 – 20098 Sesto Ult. Di S. Giuliano Mil.se (MI) Tel. 02/9880762 Fax 02/98281628
Corte degli Arrotini, 1 – 28100 Novara Tel. 0321/499488 Fax 0321/520037

Committente

SNAM

Attività'

ATTIVITA' DI VERIFICA DELLE STRUTTURE
STRATEGICHE DELLA CENTRALE
DI SERGNANO (CR)
PER CARICHI ORIZZONTALI

Titolo

CENTRALE DI TRATTAMENTO
FABBRICATO MULTIUSO
RELAZIONE STRUTTURALE

Progettista/consulente



STUDIO Prof. Ing. Pier Giorgio Malerba
Viale Abruzzi, 17 - 20131 Milano
Tel. 02.29526561
Fax. 02.29516081
Email: mail@studiomalerba.net



Codice documento

R.03

Scala

-

Foglio

-

	Data	Oggetto	Redatto	Verificato	Approvato
Emissione	MAR2014	-	PGM	PGM	PGM
Rev.	-				
Rev.	-				
Rev.	-				
Rev.	-				
Rev.	-				

4 Inquadramento dell'opera

L'edificio in oggetto è costituito da una struttura gettata in opera (travi, pilastri, solai alleggeriti), impostata su fondazioni dirette su plinti isolati, collegati tra loro da travi a supporto dei tamponamenti esterni

In pianta l'edificio è costituito da due corpi rettangolari, tra loro affiancati a formare una "L"; in particolare, i due corpi presi singolarmente hanno dimensioni (riferiti ai fili esterni) pari a circa 24.80x13.20m per il maggiore e 16.20x6.80m per il minore.

I due corpi elementari presentano strutture in elevazione separate (travi, pilastri, solai), impostate in corrispondenza del giunto strutturale su plinti comuni di dimensioni maggiori rispetto a quelli tipici (2.30x1.50 anziché 1.50x1.50). Il varco di giunto è pari a di 2cm.

In elevazione si ha un solo piano (quello di copertura), impostato a circa 3.90m dal piano campagna, senza piani interrati.

I pilastri sono disposti con passo regolare ed in particolare:

- circa 4.00m nella direzione di orditura delle travi;
- circa 6.00m nella direzione di orditura dei solai.

I pilastri hanno tutti la stessa sezione (30x30cm) e le stesse armature, tipicamente $\phi 16$ correnti sugli spigoli, fino alla quota di imposta delle travi

Si individuano due tipologie di travi:

- *tipo T1*: travi perimetrali, a sezione ribassata e di dimensioni BxH=30x80cm, nelle quali si innesta la gronda e la veletta perimetrale in c.a., che corrono lungo tutto lo sviluppo dell'edificio;
- *tipo T2*: travi interne, a sezione ribassata e di dimensioni BxH=30x45 e 30x55.

I solai sono realizzati con travetti prefabbricati, disposti a passo regolare (50cm) con interposti laterizi di alleggerimento; lo spessore risultante del solaio in opera è pari a 19.5cm (16.5 di nervatura + 3.0 di cappa di solidarizzazione).

Le fondazioni sono di tipo diretto su plinti isolati ed impostate a circa 1.90m al di sotto del piano campagna; gli elementi allineati lungo il perimetro dell'edificio sono collegati tra loro da travi con funzione di supporto delle pareti di tamponamento.

I tamponamenti sono realizzati con doppia muratura (di spessore presunto 8cm) ed intercapedine interna.

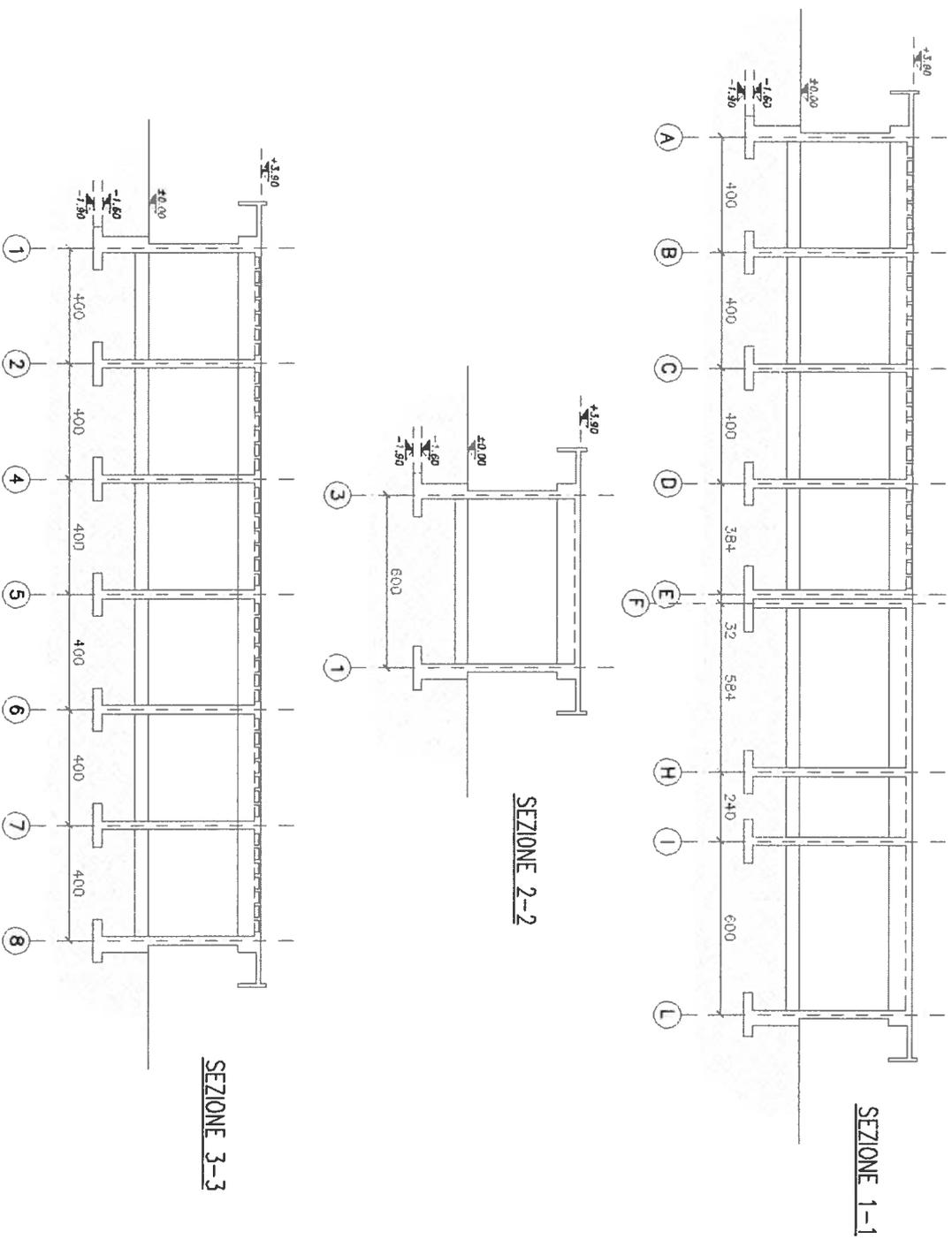


Fig.4. Sezioni principali