

AREA DI LAMINAZIONE DEL TORRENTE SEVESO

Comune di Lentate sul Seveso (MB)

PROGETTO PRELIMINARE - MI-E-795

AGOSTO 2015



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ING. LUIGI MILLE

PROGETTAZIONE:

PROFESSIONISTI INCARICATI:

Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI

Dott. Ing. STEFANO CROCI

Dott. Ing. FILIPPO MALINGEGNO

Dott. Ing. CRISTINA PASSONI

Dott. Ing. MASSIMO COCCATO

Dott. Ing. ELISABETTA CUDINI

Dott. Geol. MARIO SPADA

Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI

Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI

Dott. Ing. ALESSANDRO BARBON

ETATEC

STUDIO PAOLETTI

S.R.L.

SOCIETA' DI INGEGNERIA

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax +39 02 26681553
etatec@etatec.it - etatec@pec.etatec.it - www.etatec.it



Sistema Certificato
UNI EN ISO 9001
SC 06-647/EA 34



STUDIO PAOLETTI

INGEGNERI ASSOCIATI

Via Bassini 23 20133 Milano | tel: +39 02 26681264 - fax: +39 02 26681553
Studiopaolotti@etatec.it - Studiopaolotti@pec.etatec.it

BETA Studio S.R.L.

Ponte San Nicolò (PD) 35020 - Via Guido Rossa 29/a
Tel +39.049.8961120 - Fax +39 049.8961090 - info@betastudio.it

WATER AND NATURAL
RESOURCES
CONSULTANTS



Studio Associato di Geologia Spada

Via Donizetti 17 24020 Ranica (BG)

tel: +39 035 516090 - +39 035 513738

Vicolo Manzoni 3 27038 Robbio (PV)



Swiss
Certified
ISO 9001



CONSULENZE SPECIALISTICHE:

ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:

Arch. ANDREAS KIPAR

Dott. Agr. GIOVANNI SALA

Arch. LUISA BELLINI

QUALITA' DELLE ACQUE:

Prof. Dott. VALERIA MEZZANOTTE

LAND Milano Srl

50 UNI EN ISO 9001
certificato 09.15.17

IGNET



Via Varese 16 20121 Milano

tel: +39 02 806911.1 - fax: +39 02 806911.30 www.landmilano.com

GRUPPO LAND Milano Roma Cagliari Duisburg

Landscape
Architecture
Nature
Development

Piazzale Aquileia 6 20144 Milano | tel: +39 02 4814701

TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICA-IDROGEOLOGICA

Revisioni

1

2

Numero
elaborato

TIPOLOGIA

PP

COMMESSA





250-24

DOCUMENTO

AT





NUMERO

A.3.3

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

INDICE

1.0 PREMESSE	3
1.1 PROGRAMMA DI LAVORO E FONTI CONSULTATE	4
1.2 PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOLOGICHE	6
2.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO	8
3.0 ASSETTO GEOLOGICO	12
3.1 QUADRO GEOLOGICO COMPLESSIVO	12
3.2 SONDAGGI GEOGNOSTICI ED ASSETTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO	16
4.0 ASSETTO IDROGEOLOGICO	21
4.1 QUADRO IDROGEOLOGICO COMPLESSIVO	21
4.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO	25
4.3 PIEZOMETRIA E VARIAZIONI DEI LIVELLI DI FALDA	26
4.4 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE	30
4.5 PRESENZA DI POZZI AD USO POTABILE	32
5.0 POSSIBILI INTERFERENZE TRA LA VASCA E L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLE AREE	35
5.1 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA VASCA	36
5.2 SISTEMA DI COMPENSAZIONE DELLE SOTTOSPINTE	38
6.0 SISTEMA DI MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO	39

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>





1.0 PREMESSE

La presente relazione ha lo scopo di illustrare e dettagliare le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio interessato dalla realizzazione della vasca di laminazione del fiume Seveso in Comune di Lentate sul Seveso (MB).

La stessa è parte integrante del progetto preliminare delle opere, predisposto dalla scrivente A.T.P. “ETATEC Studio Paoletti s.r.l. – Studio Paoletti ing. Associati – BETA Studio s.r.l. – Studio ass. di geologia Spada – ing. Barbon” aggiudicataria della gara pubblica “*MI-E-795 – incarico di progettazione preliminare e supporto alla progettazione definitiva degli interventi denominati – Aree di laminazione del torrente Seveso nei Comuni di Paderno Dugnano (MI), Varedo e Bovisio Masciago (MB), Lentate sul Seveso ed adeguamento delle aree golenali del torrente Seveso nei Comuni di Carimate, Vertemate con Minoprio e Cantù (CO)*” su incarico di A.I.PO – Agenzia Interregionale per il Fiume Po.

Il progetto prevede la realizzazione, in Comune di Lentate sul Seveso, di una delle opere del sistema complessivo per la riduzione delle piene del fiume Seveso: nello specifico si tratta di una vasca di laminazione per un volume di circa 807.000 mc, da realizzarsi in scavo rispetto al piano campagna, per una profondità media di circa 20-21 metri dal p.c.. Stante la volumetria di acqua da laminare, la vasca ha dimensioni importanti, sia arealmente che in profondità.

Nell’ambito del presente progetto è prevista anche la realizzazione di un’area di laminazione golenale, posta in sponda idrografica destra del fiume Seveso, sempre in comune di Lentate sul Seveso, a nord della vasca di laminazione, per un volume complessivo di circa 20.000 mc.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Le caratteristiche geologiche, litologiche ed idrogeologiche delle aree dei lavori hanno grande importanza e possono condizionare in maniera significativa la progettazione e la realizzazione dell'intervento.





Le analisi seguenti fanno riferimento principalmente alla documentazione tecnica disponibile sia nella letteratura scientifica che presso gli Enti territoriali; la stessa è stata integrata dai dati puntuali di una serie di indagini geologiche e geognostiche, come meglio dettagliato in seguito.

La presente relazione si concentra sugli aspetti geologici ed idrogeologici; le analisi e le valutazioni a carattere geologico-tecnico sono contenute nella relazione specifica.





1.1 PROGRAMMA DI LAVORO E FONTI CONSULTATE

Per la stesura della presente relazione si è fatto riferimento alla seguente documentazione di carattere tecnico e scientifico disponibile:

1. *“Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio 096 SEREGNO: note illustrative – carta geologica”* – ISPRA Servizio Geologico d'Italia – a cura di Bini A., Sciunnach D. et al. (bozza di lavoro al febbraio 2011 disponibile sul sito internet della Regione Lombardia);
2. *“Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia”* – Regione Lombardia – ENI Divisione AGIP – a cura di: Carcano e Piccin - 2002
3. *“Influenza delle vasche di laminazione delle piene sugli acquiferi superficiali: problemi di infiltrazione, trasmissività, inquinamento”* – IRER – Rapporto Finale – aprile 2009;

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

4. *“Influenza delle vasche di laminazione delle piene sugli acquiferi superficiali nell’area EXPO 2015: Fase 2 – indicazioni per la progettazione, la manutenzione e la gestione delle vasche” – IRER – Rapporto Finale – febbraio 2010;*
5. *“Stato delle acque sotterranee della Provincia di Monza e Brianza – Rapporto annuale 2012” – ARPA Lombardia – Dip. Monza e Brianza – sett. 2013;*
6. *“Provincia di Milano – sistema informativo falda (SIF) e sistema informativo ambiente (SIA): elaborazioni livelli di falda – banca dati acque sotterranee (catasto pozzi – livelli di falda)” (dati disponibili sull’area specifica fino al marzo 2010);*
7. *“Provincia di Monza e Brianza – sistema informativo falda (SIF) e sistema informativo ambiente (SIA): stratigrafie e dati di sottosuolo” (dati disponibili sull’area specifica fino al novembre 2014);*
8. *“Comune di Lentate sul Seveso – Componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG ai sensi della L.R. 12/05 e secondo i criteri della D.G.R. n° 8/7374: relazione – tavole grafiche” – a cura di Studio Idrogeotecnico Associato – agg. novembre 2012;*
9. *“Comune di Barlassina – Componente geologica, idrogeologica e sismica del PTG ai sensi della L.R. 12/05 e secondo i criteri della D.G.R. n° 8/7374: relazione – allegati - tavole grafiche” – a cura di Studio Idrogeotecnico Associato – agg. gennaio 2011;*
10. *“Comune di Meda – Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del PTG ai sensi della L.R. 12/05 – tavole grafiche” – a cura di Studio Tecnico Associato di Geologia – luglio 2011.*

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

1.2 PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOLOGICHE

Le indagini eseguite sono di seguito dettagliate.

Un sondaggio geognostico a carotaggio continuo, fino alla profondità di 27 metri con prove SPT in foro, era stato effettuato dagli Scriventi durante la fase di gara nell'ottobre 2014.





Successivamente, al fine di acquisire dati diretti delle caratteristiche del sottosuolo delle aree interessate dalle opere e di un loro significativo intorno, ai fini della stesura del presente progetto preliminare, è stato predisposto e realizzato un programma di indagini geologiche.

Lo stesso è stato progettato dagli Scriventi ed appaltato da AIPO alla soc. Geolambda Engineering s.r.l. di Codogno (LO), specializzata nel settore.

Le indagini sono state effettuate nel mese di agosto ed al momento della stesura della presente relazione non sono disponibili i risultati delle analisi di laboratorio sui campioni di terreno, relativamente agli aspetti geotecnici, merceologici e sulla qualità ambientale.

Le indagini su cui si basano le presenti valutazioni sono le seguenti (l'ubicazione di dettaglio di tutte le indagini disponibili è riportata sulla tavola D.2.3):

- n° 3 sondaggi a carotaggio continuo, ad una profondità tra 27 e 35 m dal p.c.;
- allestimento di n° 1 piezometro, nel sondaggio S1 fino alla profondità di 35 m. da p.c., per la verifica dei livelli di falda;
- n° 22 prove penetrometriche SPT nei fori di sondaggio in avanzamento;
- n° 5 prove di permeabilità in foro in avanzamento di tipo Lefranc;
- n° 8 prove penetrometriche dinamiche fino alla profondità di 6,9 m. da p.c.;

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

- n° 5 saggi con escavatore fino alla profondità di 4 metri dal p.c. per la verifica dei terreni del primo sottosuolo;
- n° 1 stendimento sismico di tipo MASW;





Il progetto delle indagini prevedeva un ulteriore sondaggio ed una serie di stendimenti geofisici di tipo elettrico sul terrazzamento superiore, che costituisce la propaggine nord-est del corpo di vasca, al fine di investigare i terreni posti in contiguità con una ex area di cava e di discarica di rifiuti metallici, ora utilizzata come impianto di trattamento inerti.

Tali indagini non sono state eseguite, stante l'impossibilità di accedere alle aree.

Le stesse, a parere degli Scriventi, dovranno essere completate, ed eventualmente integrate con ulteriori indagini ove ritenute necessarie, a supporto dei successivi gradi di progettazione, al fine di completare le valutazioni su tutti i terreni interessati dalle opere.

Ulteriori approfondimenti geognostici saranno opportuni anche nella zona di realizzazione dell'area di laminazione golenale, che allo stato attuale non è stata oggetto di alcuna indagine specifica.

Di seguito si procede all'analisi dei dati finalizzati alla caratterizzazione geologica, litologica ed idrogeologica, sulla scorta dei dati disponibili; l'analisi e la valutazione degli aspetti geologico-tecnici e geotecnici è contenuta nella relazione specifica allegata al presente progetto.

A.T.P.:				Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

2.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO





Le opere di progetto sono localizzate nella porzione meridionale del Comune di Lentate sul Seveso (MB), in sponda idrografica sinistra del torrente Seveso.



Fig. 1: Localizzazione delle opere di progetto sulla CTR: vasca di laminazione (in rosso) ed area di laminazione golenale (in blu)

In ampio la zona di intervento è localizzata nell'alta pianura Milanese – Brianzola, presso il confine con la Provincia di Como.

Dal punto di vista morfologico, l'elemento caratterizzante è rappresentato dal torrente Seveso, che attraversa il territorio comunale in direzione NW-SE e che scorre all'interno di una valle ben incisa ed evidente, che è circondata, lateralmente, da una serie di terrazzamenti che progressivamente rialzano la quota del terreno.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

La valle attuale è un'eredità di quella attraversata dagli scaricatori fluviali e fluvioglaciali, connessi alle variazioni climatiche che hanno interessato il territorio, ed è caratterizzata da una serie di successivi fenomeni di erosione e riempimento alluvionale, progressivamente meno intensi.

Nello specifico la struttura morfologica del territorio di Lentate è caratterizzata da quattro ordini di terrazzi fluviali / fluvioglaciali, con andamento parallelo a quello del torrente Seveso; gli stessi sono separati da orli di terrazzo generalmente ancora ben evidenti.

La valle fluviale risulta profondamente incassata rispetto alle aree terrazzate circostanti, anche per una profondità di 10-30 metri.





La zona di intervento è caratterizzata dalla presenza sia del fondovalle attuale che dal primo terrazzo recente, che è rialzato da 1-2 metri fino a circa 6 metri dalla piana attuale. Localmente il limite tra le due strutture morfologiche risulta quasi assente ed il primo terrazzo tende blandamente a confluire nel fondovalle.

L'unità geologica più antica costituisce le porzioni più elevate rispetto alla pianura.

Il torrente Seveso è l'elemento idrologico principale: il suo corso è, come detto, fortemente incassato, ma anche spesso artificiale per l'intensa urbanizzazione delle aree.

Le aree terrazzate laterali non hanno sviluppato un sistema di drenaggio consolidato ed il reticolo idrografico minore è praticamente assente.

La zona in cui è prevista la realizzazione di un'area di laminazione di tipo golenale è ubicata nei pressi dell'abitato principale di Lentate, nella porzione settentrionale del territorio Comunale, in sponda idrografica destra del fiume Seveso.

A.T.P.:			Consulenti:		
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	 <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

L'area è allungata in senso nord - sud ed è delimitata, oltre che dal fiume Seveso, dal rilevato ferroviario della linea Milano – Como – Chiasso.

Le quote attuali del terreno variano da 229 a 224 m. s.l.m., degradanti verso sud.

L'opere di progetto interessa la piana alluvionale attuale e recente del Seveso.







Fig. 2: Zona interessata dalle realizzazione dell'area di laminazione golenale, su foto aerea

Per quanto riguarda la vasca di laminazione, la stessa è localizzata nei pressi della località di Camnago, in sponda idrografica sinistra del fiume Seveso, oltre la linea ferroviaria.

Le quote dell'area di intervento variano tra 221 m. s.l.m., nei pressi della linea ferroviaria, e 223-224 m. s.l.m., nella porzione terminale nord-est dell'area di intervento, con una leggera scarpata che tende ad azzerarsi verso nord; la stessa separa la piana alluvionale dal primo terrazzamento.

Il terreno sale poi rapidamente verso nord-est, con una serie di scarpate e gradini morfologici successivi, fino a guadagnare la quota di 243-245 m. s.l.m.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Verso sud – sud-ovest, direzione in cui si allungano i terrazzi, le quote digradano blandamente.

L'area di intervento è attualmente verde - agricola.





Immediatamente a sud / sud-est sono presenti aree interessate in passato da attività estrattive di sabbia e ghiaia.

Alcune porzioni si presentano degradate e sono state oggetto di parziali interventi di riempimento con materiali di varia natura (come avviene usualmente per questi ambiti, anche con attività autorizzate di discariche di rifiuti metallici).

Alcune aree sono ancora in totale abbandono ed altre sono attualmente adibite ad attività di recupero inerti, con impianti di lavorazione regolarmente autorizzati.



Fig. 3: Area interessata dalle realizzazioni della vasca di laminazione, su foto aerea

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

3.0 ASSETTO GEOLOGICO

L'area, in ampio, è costituita interamente da depositi sedimentari di origine fluvioglaciale e fluviale, depositati durante il Quaternario, caratterizzato da periodi glaciali ed interglaciali, con le differenti dinamiche di erosione, smantellamento, trasporto e deposizione.

3.1 QUADRO GEOLOGICO COMPLESSIVO

L'area, in ampio, è caratterizzata da una serie di terrazzamenti, orientati circa nord-sud / nord-ovest – sud-est che, nelle distinzioni classiche, erano attribuiti alla varie fasi glaciali (Donau, Gunz, Mindel, Riss, Wurm) ed interglaciali, con relativi fenomeni erosivi e deposizionali, che si sono susseguiti nel quaternario.

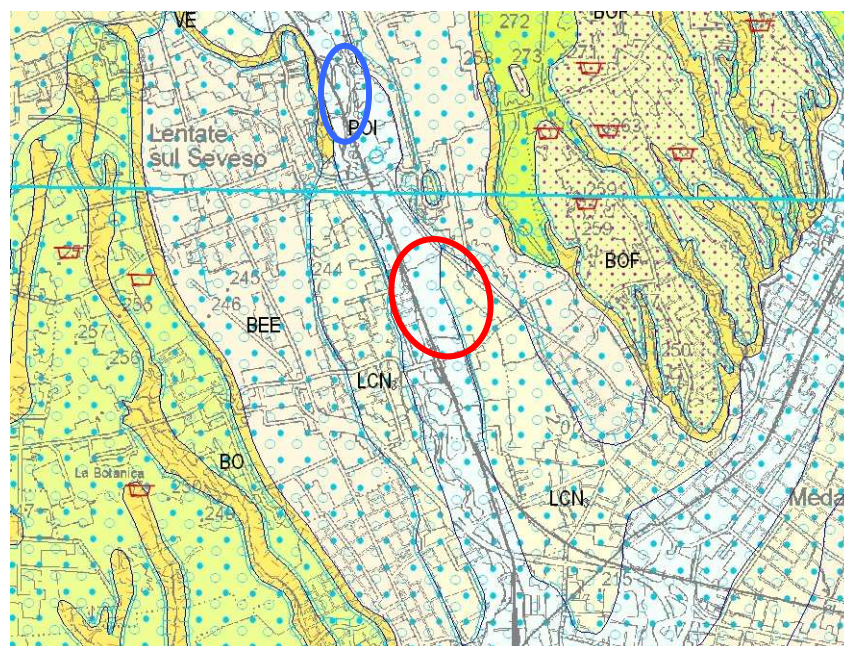
Il fondovalle attuale del torrente Seveso è caratterizzato dai depositi più recenti, mentre le aree più elevate coincidono con i depositi più antichi.

I nuovi rilievi effettuati nell'ambito del progetto CARG hanno rivisto questa metodologia di rilevamento e distinzione dei corpi geologici, adottando il nuovo criterio (prescritto dal Servizio Geologico Nazionale) che utilizza sia le classiche unità litostratigrafiche sia, ove possibile, le unità a limiti in conformi (UBSU).

I dati dei nuovi rilievi e delle nuove distinzioni adottate sono riassunti nella “Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio 096 Seregno”, a cura di Bini et al., che è attualmente disponibile nella versione in bozza.

La carta propone anche un sovrasimbolo per caratterizzare la litologia dominante sulla base dei dati di sottosuolo disponibili.

Nel presente lavoro si è ritenuto di utilizzare le medesime distinzioni per l'assetto geologico dell'area di intervento.



SUCCESSIONE CONTINENTALE NEOGENICO-QUATERNARIA

UNITA' NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI APPARTENENZA



POI

SINTEMA DEL PO

Da sabbie a supporto di matrice a ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti, ma con matrice abbondante costituita da sabbie grossolane: depositi fluviali e di conoide dominati da *debris flow*. Argille e torbe: depositi lacustri. Alterazione assente. Morfologia ben espressa nelle piane fluviali dei principali corsi d'acqua.

PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE

UNITA' DEL BACINO DEL FIUME ADDA



LCN

SUPERSINTEMA DEI LAGHI - SINTEMA DI CANTU'

Diamicton massivi a supporto sia di matrice sia di clasti: *till* di ablazione. Diamicton a supporto di matrice, sovraconsolidati: *till* di alloggiamento. Sabbie fini con *ripple* da corrente (tipo B); sabbie a laminazione incrociata; sabbie da fini a medie, a laminazione incrociata concava.

LCN₃

Sabbie fini in strati centimetrici orizzontali passanti a sabbie fini limose, letti di ghiaie e sabbie a stratificazione inclinata: depositi di delta. Limi spesso laminati, ma anche massivi, e sabbie per lo più massive. Sono frequenti i *dropstones*: depositi glaciolacustri.

LCN₂





Ghiaie grossolane massive e stratificate a supporto sia di matrice sia clastico; sabbie stratificate e laminate con strutture di trazione e massive, alternate a limi sabbiosi con accenni di laminazione incrociata; sabbie limose debolmente argillose; alternanze di livelli limoso argillosi e livelli sabbiosi; sabbie laminate passanti verso l'alto a sabbie limose massive con ghiaie; sabbie limose da fini a grossolane: depositi fluvio-glaciali. Colore della matrice 10YR. Alterazione da assente a scarsa con spessore massimo di 1-1,5 metri. Morfologie ben conservate.

LCN₁

SUBSINTEMA DELLA CA' MORTA (LCN₂): diamicton massivi a supporto di matrice sabbiosa; alternanze di ghiaie in matrice sabbiosa grossolana; ghiaie pulite; sabbie grossolane con laminazione incrociata a basso angolo; sabbie fini e limi con laminazione piana o ondulata: *till* di colata. Diamicton massivi a supporto di matrice; alcuni orizzonti risultano sovraconsolidati: *till* di alloggiamento. Limi e argille laminati e in strati pianoparalleli; limi e in minor misura sabbie fini e argille a laminazione pianoparallela: depositi lacustri proglaciali. Alternanze di ghiaie a matrice sabbiosa grossolana e lenti di sabbie da medie a grossolane, massive o a laminazione incrociata; sabbie da grossolane a fini con limi in lamine pianoparallele o incrociate a basso angolo: depositi di contatto glaciale. Alternanze di livelli di ghiaie in matrice sabbiosa grossolana, ghiaie pulite con sabbie da medie a fini e sabbie da medie a grossolane; sabbie da medie a grossolane con laminazione pianoparallela e incrociata concava: depositi fluvio-glaciali. Colore della matrice 10YR. Alterazione da scarsa ad assente. Morfologie ben conservate con grandi estensioni di piane lacustri e di contatto glaciale; morene ben evidenti.

Fig. 4: Estratto della bozza della "Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – foglio 096 Seregno". Il contorno rosso individua l'area in cui è prevista la vasca di laminazione; il contorno blu indica l'area di laminazione golenale. In legenda sono riportate le Unità geologiche interessate dalle opere

L'area di intervento, in cui verrà realizzata la vasca interessa sia il Sintema del Po che il Supersintema di Laghi - Sintema di Cantù – Subsintema della Cà Morta.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

L'area in cui verrà realizzata l'area di laminazione golenale è allungata lungo la piana alluvionale fluviale del Seveso ed interessa direttamente solo il Sintema del Po.

Sintema del Po (POI - Pleistocene sup. – Olocene)

L'Unità è costituita da ghiaie da medie a grossolane, a supporto di matrice sabbiosa o di clasti, localmente passanti a limi argillosi, privi di alterazione superficiale.

Localmente è presente una struttura gradata e/o embricata del deposito.

I clasti sono di natura poligenica, arrotondati, con dimensione variabile da 1 cm fino ad 1 metro, con valori medi di circa 10 cm.

Si tratta dei depositi alluvionali che costituiscono la piana attuale del Fiume Seveso.

Tali depositi costituiscono la porzione allungata verso il torrente dell'area di intervento, con una quota media variabile da circa 229 m s.l.m. nella zona nord, fino a circa 221 m. s.l.m. nell'area della vasca di laminazione.

Supersintema dei Laghi – Sintema di Cantù – Subsintema della Ca' Morta (LCN₃ – Pleistocene superiore)

L'unità, più antica della precedente, rappresenta l'espansione glaciale più recente (Wurm) ed è caratterizzata da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie massive e grossolane, poligeniche, a supporto di clasti o con matrice limoso sabbiosa.

I clasti sono arrotondati, con diametro massimo di 50-60 cm e diametro medio di circa 5 cm.

Il profilo di alterazione è poco evoluto o localmente assente e non ha mai uno spessore superiore a 1,5 – 2 metri.

L'unità affiora sui primi terrazzi rialzati rispetto alla piana del Seveso ed è stata oggetto di intensa attività estrattiva di sabbia e ghiaia nei pressi dell'area di intervento.

L'unità costituisce la porzione NW dell'area interessata dalla vasca, anche se il terrazzo di separazione con i depositi di fondovalle è molto contenuto e/o assente.

Tutti gli ambiti di intervento sono quindi caratterizzati dalla presenza di depositi a prevalente natura ghiaiosa e ghiaioso sabbiosa, di origine fluviale e fluvioglaciale, privi o con limitato spessore di alterazione superficiale.

L'immagine seguente (carta CARG di Seregno) evidenzia la situazione descritta relativamente alla successione dei terrazzi morfologici, con i depositi più recenti nel fondovalle attuale e quelli più antichi localizzati nelle porzioni esterne e rialzate

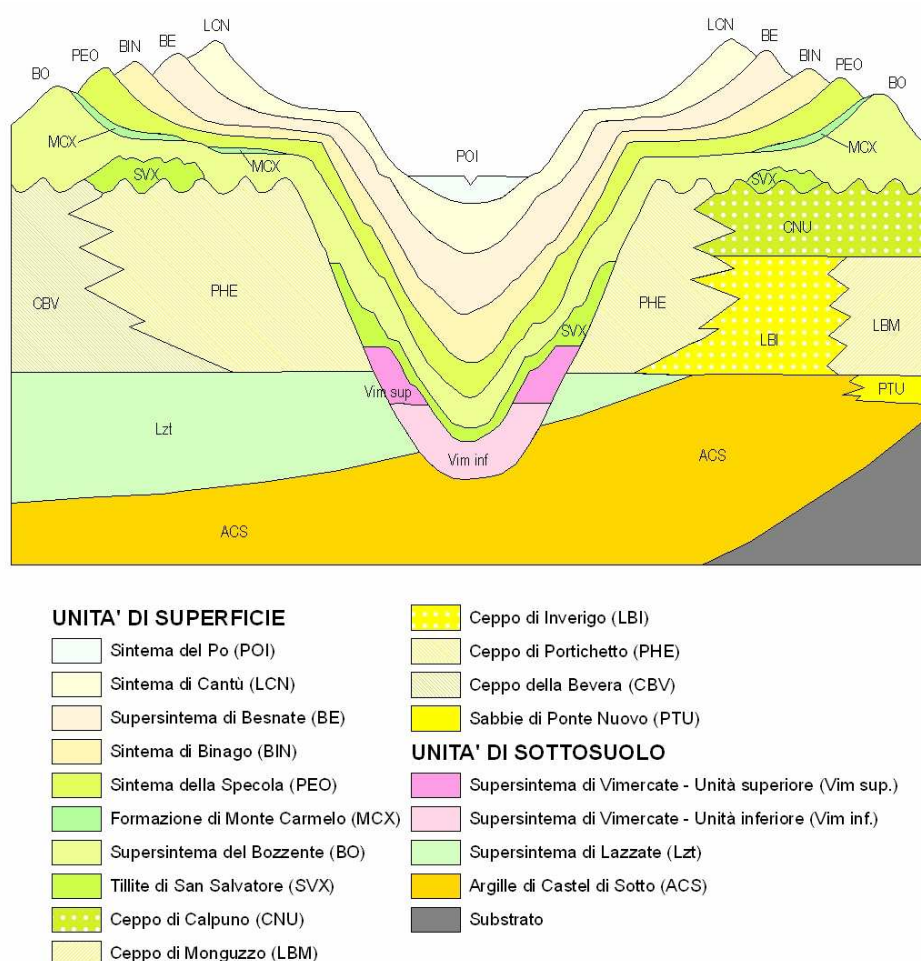






Fig. 5: Estratto della bozza della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000 – foglio 096 Seregno”: assetto e struttura geologica dei terrazzamenti interessanti la valle del Seveso.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

3.2 SONDAGGI GEOGNOSTICI ED ASSETTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO

Al fine di definire in maniera puntuale le caratteristiche del sottosuolo, la variabilità verticale ed orizzontale e la continuità dei diversi livelli nella zona interessata dalla realizzazione della vasca di laminazione è possibile fare riferimento ai dati di sottosuolo disponibili.

Nello specifico è possibile utilizzare il sondaggio geognostico effettuato dalla Ditta Eurogeo di Paderno Dugnano nel mese di ottobre 2014 su incarico degli Scriventi, nonché i due sondaggi ed i cinque saggi con escavatore realizzati dalla Ditta Geolambda, su incarico di AIPO, nell'agosto 2015.

Si reputa importante ribadire nuovamente che, a supporto dei successivi gradi di progettazione, sarà importante completare le indagini previste anche sul terrazzo superiore (sondaggio e geofisica di tipo elettrico), per investigare adeguatamente anche questa zona di intervento.





L'ubicazione di tutte le indagini effettuate è riportata nella tavola D.2.3.

I tre sondaggi effettuati hanno rinvenuto una situazione sufficientemente omogenea lungo tutto l'area di intervento.

E' quindi possibile, nel presente paragrafo ed ai fini di un inquadramento geologico del sottosuolo, riferirsi semplicemente al sondaggio S0, ubicato nella zona di passaggio tra il terranno alluvionale inferiore e quello superiore.

Il sondaggio ha raggiunto la profondità di 27 metri dal p.c. ed è stato utilizzato per una serie di prove SPT in avanzamento.

La stratigrafia è di seguito riportata.

A.T.P.:		Consulenti:		
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	 <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>
			<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	

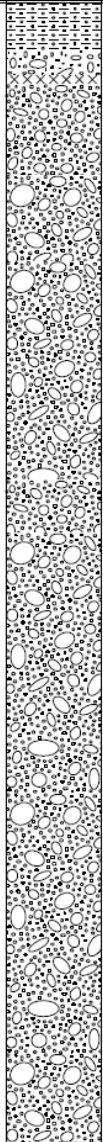




Riferimento: Studio SPADA							Sondaggio: S1			
Località: Lentate sul Seveso							Quota:			
Impresa esecutrice: EUROGEO S.r.l.							Data: 13-14/10/2014			
Coordinate:							Redattore: Dott. Cristiano PRESTA			
Perforazione: carotaggio continuo										
o mm	R V	LITOLOGIA	metri barr.	Campioni	RP	VT	Standard Penetration Test		DESCRIZIONE	
							m	S.P.T. N	prof m	
			1						1,0	Sabbia medio-fine, con limo marrone scuro, ghiaiosa eterometrica, ø max 6 cm, poligenica, arrotondata.
			2						1,5	Sabbia medio-fine, con ghiaia eterometrica, ø max 5 cm, poligenica, da arrotondata a subarrotondata, limosa marrone.
			3				3,0	17-24-25	49	Ciottolo.
			4						3,6	Sabbia eterometrica, con ghiaia medio-fine, ø max 6 cm, poligenica, da arrotondata a subarrotondata, rari ciottoli, ø max 9 cm, limosa marrone-grigio.
			5						5,4	Ghiaia eterometrica, ø max 6 cm, poligenica, da arrotondata a subarrotondata, con sabbia medio-grossa, da limosa a debolmente limosa grigio-marrone.
			6				6,0	23-21-27	48	Ghiaia eterometrica, ø max 6 cm, poligenica, da arrotondata a subarrotondata, rari ciottoli, ø max 10 cm, con sabbia medio-grossa, localmente medio-fine, limosa marrone verdastro.
			7							
			8							
			9				9,0	18-24-31	55	
			10						10,0	
			11						11,1	Sabbia medio-grossa, con ghiaia medio-fine, ø max 4 cm, poligenica, arrotondata, debolmente limosa verdastro.
			12				12,0	24-41-50/9cm	Rif	Ghiaia eterometrica, ø max 6 cm, poligenica, da arrotondata a subarrotondata, rari ciottoli, pot. max 12 cm, con sabbia medio-grossa, localmente medio-fine, limosa grigio verdastro.
			13							
			14							
			15				15,0	15-50/12cm	Rif	
			16							
			17							
			18				18,0	37-50/10cm	Rif	
			19							
			20							
			21				21,0	33-44-50/7cm	Rif	
			22							
			23							
			24				24,0	50/11cm	Rif	
			25						24,1	Ghiaia medio-fine, ø max 6 cm, poligenica, da arrotondata a subarrotondata, rari ciottoli, ø max 7, con sabbia eterometrica, limosa grigio verdastro.
			26						25,0	Ghiaia eterometrica, ø max 6 cm, poligenica, da arrotondata a subarrotondata, rari ciottoli, ø max 8 cm, con sabbia medio-grossa, limosa grigio verdastro.
			27				27,0	33-41-50/13cm	Rif	

Fig. 6: Stratigrafia del sondaggio geognostico

Il terreno superficiale è sabbioso con limo e presenta uno spessore di circa 1 metro.

A.T.P.:				Consulenti:	
			Studio Associato Geologia Spada	Dott. Ing. A. Barbon	 Prof. Dott. V. Mezzanotte

Al di sotto e fino alla massima profondità investigata, la situazione risulta omogenea, con netta dominanza di ghiaie eterometriche, medie e medio fini, con ciottoli fino a 8-10 cm, e clasti poligenici, da arrotondati a subarrotondati.

Il supporto varia da clastico a matrice, con sabbie medio grossolane, localmente limose, con colore grigio verdastro.

In avanzamento non sono state rinvenute anomalie e/o criticità particolari ed i terreni hanno evidenziato un buon grado di addensamento, in aumento con la profondità.

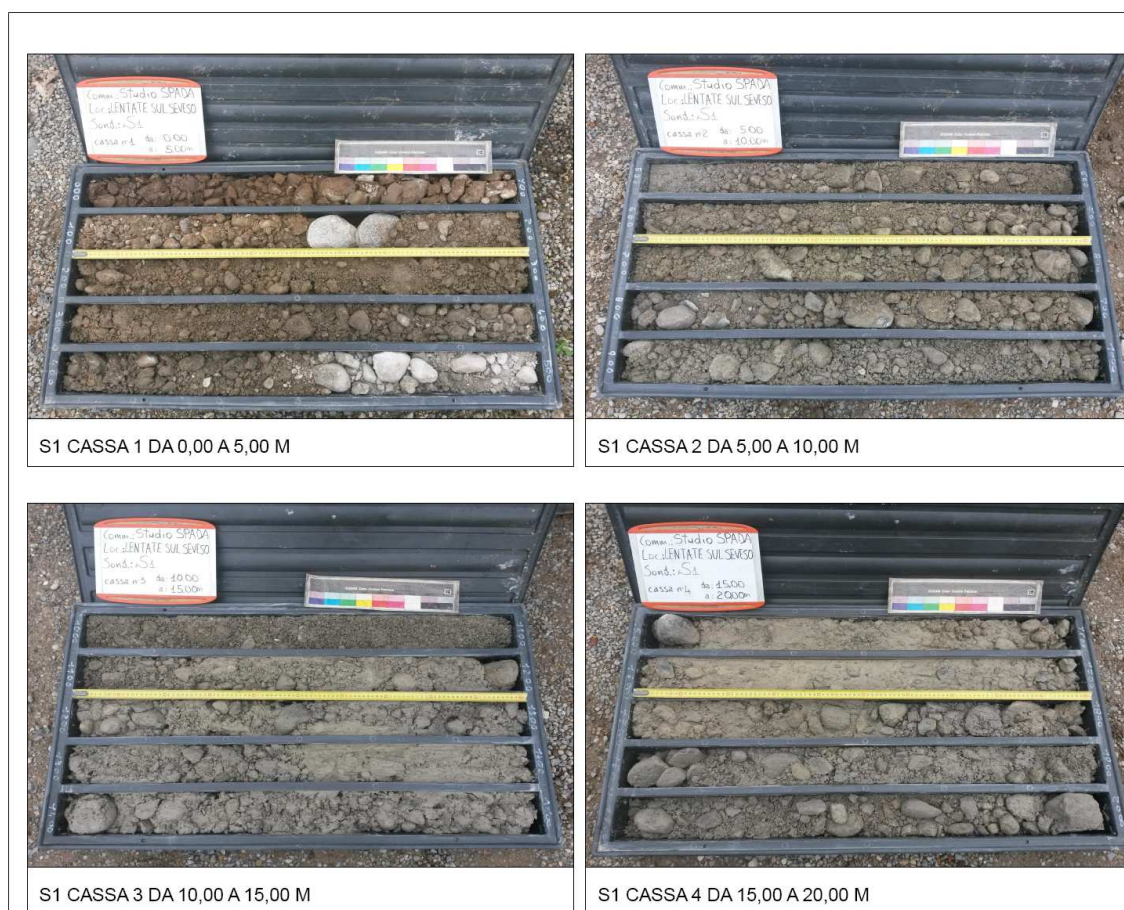


Fig. 7: Casette del sondaggio per le profondità comprese tra 0 e 20 metri da p.c.

La situazione sopra descritta, con una netta dominanza di ghiaie, con ciottoli da centimetrici a decimetrici, con una matrice sabbiosa, localmente limosa, è confermata anche dagli altri due sondaggi e fino alla profondità massima di 35 metri dal p.c..





A.T.P.:		Consulenti:		
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	
			<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>







Fig. 8: Realizzazione del sondaggio S2 con vista delle aree interessate dalla realizzazione della vasca



Fig. 9: Cassetta del sondaggio S1 per le profondità comprese tra 30 e 35 metri da p.c.

La porzione superficiale dell'area di intervento è stata investigata con una serie di saggi (n° 5) con escavatore fino alla profondità di 4 metri dal p.c.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Il terreno coltivo presenta spessori molto contenuti (30-40 cm) ed è poi seguito da depositi prevalentemente ghiaiosi, con limo e sabbia, fino alla massima profondità investigata.

Il saggio SA3 presenta una maggiore componente sabbiosa tra 2 e 4 metri dal p.c., mentre in SA2 è stato rinvenuto al di sotto del coltivo, per uno spessore di circa 70 cm un livello limoso.





Tutte le stratigrafie e le fotografie dei saggi sono integralmente riportate nella tavola D.2.3.

La situazione geologica e stratigrafica sopra descritta, con netta dominanza di ghiaia a ciottoli da centimetrici a decimetrici in matrice sabbiosa-limosa, è ipotizzabile anche nella zona interessata della realizzazione dell'area di laminazione golenale.

Tale area è infatti ubicata nella piana alluvionale recente del Seveso ed i depositi geologici presenti (attribuiti al Sintema del Po) sono gli stessi rinvenuti nel terrazzo inferiore dell'area della vasca di laminazione.

In questa fase preliminare non è stato possibile procedere ad indagini geognostiche specifiche su tale area e le presenti valutazioni si basano solo sull'analisi dei documenti disponibili, integrati da verifiche in loco.

Nelle successive fasi sarà necessario procedere ad una serie di approfondimenti specifici, relativamente ai terreni di appoggio delle arginature ed alle loro caratteristiche geotecniche, geologiche ed idrogeologiche.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

4.0 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Le valutazioni idrogeologiche, in relazione alle peculiarità dell'area, sono di estrema importanza per la realizzazione della vasca di laminazione, in quanto l'opera comporta importanti scavi nel suolo fino ad oltre 20 metri di profondità dal p.c., con potenziali interazioni con la falda sotterranea.

Il medesimo aspetto non presenta invece elementi di particolare criticità per l'area di laminazione golenale, perché i movimenti terra si limitano alla regolarizzazione del fondo e quindi le interferenze sono a carattere assolutamente superficiale.

Le valutazioni seguenti si focalizzano, quindi, sulla vasca di laminazione.

Nell'area interessata dalla vasca è stato recentemente realizzato un piezometro per la verifica diretta dei livelli di falda.





Sarà necessario, nelle successive fasi progettuali, provvedere al monitoraggio cadenzato dei livelli, per verificarne puntualmente gli andamenti ed eventualmente realizzarne uno ulteriore immediatamente a valle della vasca, per cogliere le variazioni piezometriche nell'area di intervento.

Di seguito si procede all'analisi di tutti i dati disponibili con una puntualizzazione, nel paragrafo finale, sulla situazione specifica del sito, in base al piezometro realizzato.

4.1 QUADRO IDROGEOLOGICO COMPLESSIVO

Nel territorio del Milanese - Brianzolo, in ampio, sono storicamente e tradizionalmente conosciute e riconosciute le seguenti strutture idrogeologiche fondamentali:

- acquifero "tradizionale" che ospita falde da libere a semiconfinite procedendo da nord verso sud. Tale acquifero è normalmente captato dai pozzi. Lo stesso è

A.T.P.:			Consulenti:		
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	 <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

alimentato da piogge, irrigazioni, dalla ricarica da monte o da infiltrazioni dall'alto.

Al suo interno vengono distinte due unità idrogeologiche: I e II acquifero.

- Acquifero profondo, multistrato e separato dai soprastanti, con falde in pressione. Lo stesso è alimentato dalle zone di ricarica verso monte o dalle zone di interruzione degli strati impermeabili (denominato anche III acquifero).

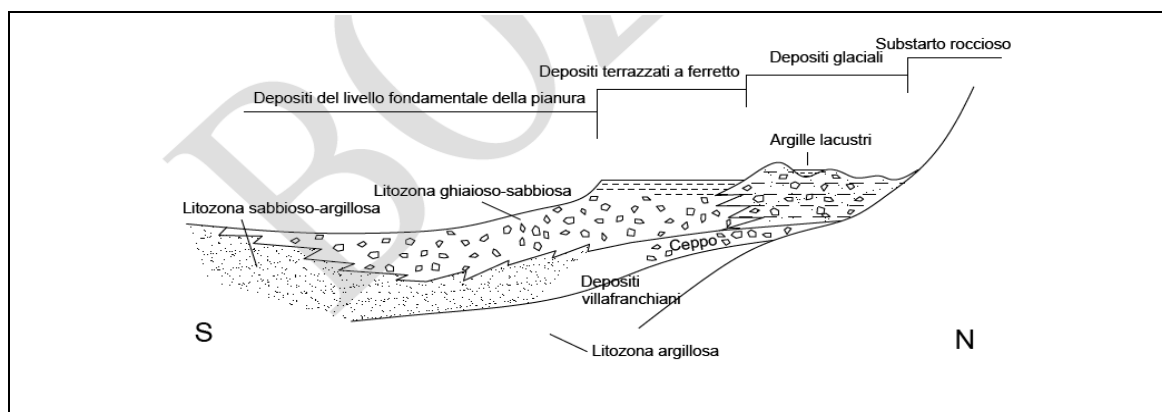






Fig. 10: Schema delle principali unità idrogeologiche (tratto da "CARG – note illustrative al foglio 118")

Tale suddivisione classica è stata rivista nel 2002 a seguito dello studio congiunto Regione Lombardia – Eni – Agip, sulla base di una maggiore e migliore conoscenza litostratigrafia del sottosuolo. Sono state distinti i seguenti gruppi:

- *Gruppo acquifero A*: corrisponde alla porzione più superficiale dell'acquifero tradizionale, libero, fortemente sfruttato e quasi sempre inquinato. Prevalgono al suo interno le granulometria più grossolane. Coincide, circa, con il I acquifero.
- *Gruppo acquifero B*: è presente al di sotto dell'acquifero A e corrisponde alla porzione più profonda dell'acquifero tradizionale; la falda in questo acquifero è più protetta ed è localmente semi-confinata. Prevalgono i sedimenti grossolani. La sua base coincide, con buona approssimazione, con quella del II acquifero.

A.T.P.:			Consulenti:		
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	 <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

- *Gruppo acquifero C*: è costituito in prevalenza da argille limose e sabbie, sede di falde multistrato, protette e generalmente in pressione. Questo gruppo è correlabile alla porzione superiore dell'acquifero profondo.

La suddivisione ricalca il seguente schema complessivo:

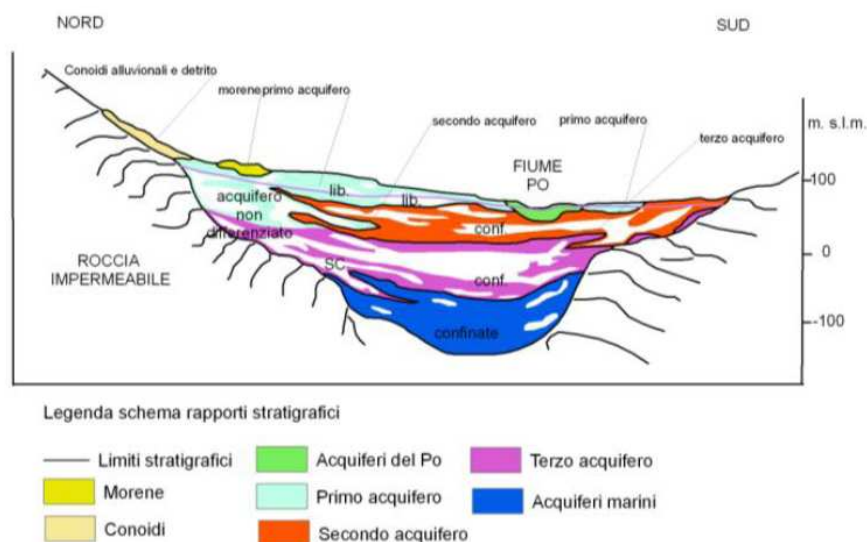






Fig. 11: Schema idrogeologico della Pianura Padana (da "CARG – note illustrative al foglio 118")

Per quanto riguarda l'andamento complessivo della superficie della falda freatica, è possibile fare riferimento alle analisi ed ai dati della Provincia di Milano riferiti al marzo 2010 (fino a tale periodo il SIT della Provincia di Milano elaborava anche i dati dei Comuni di Monza e Brianza).

L'andamento complessivo generale della falda nella zona di interesse è di tipo radiale, debolmente convergente con quote comprese, nel territorio Comunale di Lentate, tra 180 e 220 m. s.l.m.

Le direzioni di deflusso idrico variano tra NNE-SSW nelle zone occidentali, fino a NE-SW.

Il gradiente idraulico varia da un massimo di 1,1 – 1,3 % nella zona nord-orientale, fino ad un valore di 0,5 a 0,3 %, che è il dato caratteristico per quasi tutta l'alta pianura.

A.T.P.:		Consulenti:		
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>
				
				<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Nella zona di interesse per la realizzazione della vasca di laminazione la quota piezometrica al marzo 2010 è di circa 195 m. s.l.m.

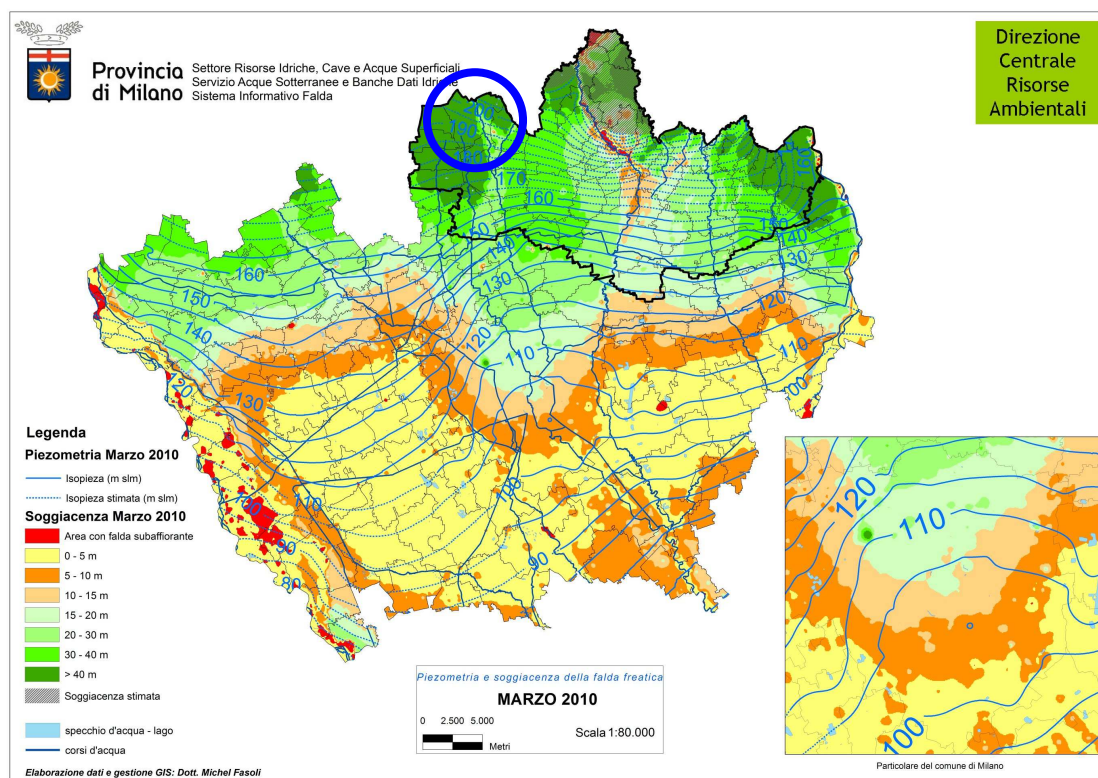






Fig. 12: Carta delle piezometrie e delle soggiacenze medie per il marzo 2010 (fonte: Prov. di Milano)

Valutazioni idrogeologiche analoghe sono contenute nello studio geologico del Comune di Lentate, i cui dati fanno riferimento ad una specifica campagna di misure del giugno 2009; gli stessi dati sono stati ripresi nella carta idrogeologica allegata al presente progetto (vedi elaborato D.2.2).

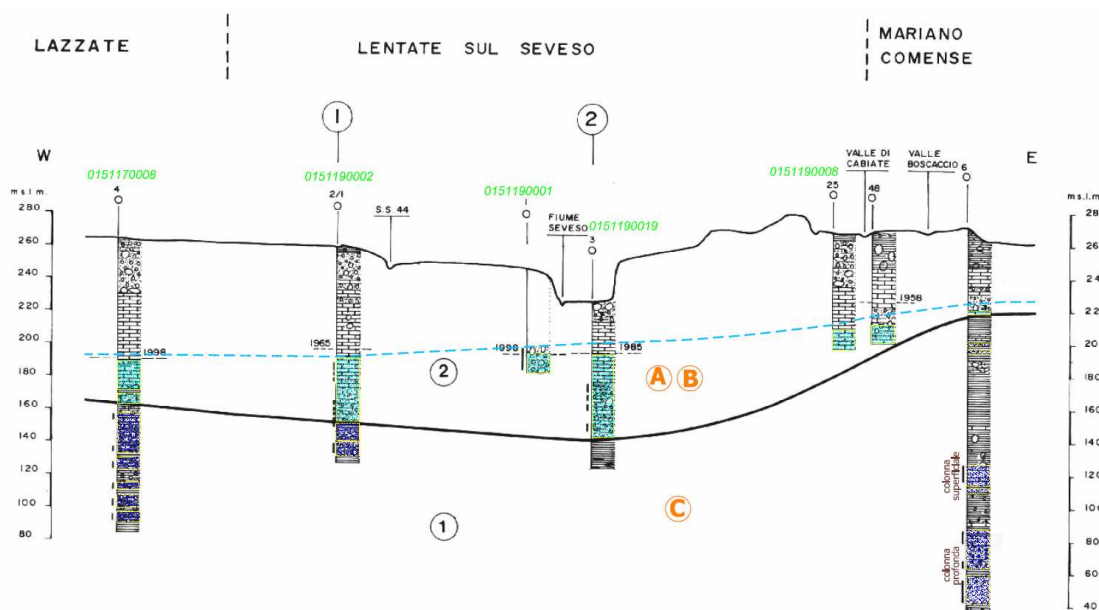
A.T.P.:			Consulenti:		
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	 <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>





4.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO

Sulla base della distinzione introdotta dallo studio congiunto Regione Lombardia – ENI - AGIP, utilizzando tutti i dati di sottosuolo disponibili, è possibile individuare nel territorio di studio i seguenti acquiferi.

Gruppo acquifero A+B: In questa zona dell'alta pianura i due gruppi acquiferi A e B sono indistinti e coincidono, a tutti gli effetti, con l'"acquifero tradizionale". Questa unità è presente in tutto il territorio esaminato e costituisce la porzione più superficiale del sottosuolo, caratterizzata da depositi fluvioglaciali e fluviali.

Lo stesso è composto da ghiaie e sabbie, con subordinati livelli argillosi, argilloso limosi e/o di ghiaie conglomerati, con differenti livelli di cementazione.



A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Lo spessore varia, in ampio, tra 50 ed oltre 100 metri in base all'andamento del sottostante substrato marino erosionale.

La fig. 11 evidenzia molto bene la riduzione di spessore di questo acquifero verso E, per la progressiva risalita dell'unità argillosa di base.

Nella zona di studio lo spessore è di circa 50 metri, con una soggiacenza di circa 25 metri dal fondovalle del Seveso, soggiacenza che aumenta bruscamente fino ad oltre 70 metri presso i terrazzi antichi.

Gruppo acquifero C: è presente nel territorio esaminato al di sotto del Gruppo B e fino alla massima profondità interessata dai pozzi potabili.

E' costituito da depositi sabbiosi, alternati ad argille ed argille limose, indice di un ambiente di deposizione marino e transizionale deltizio.





La profondità della base non è conosciuta nella zona di indagine, in quanto non è mai stata intercettata dalle perforazioni disponibili.

Questa unità è sede degli acquiferi confinati, protetti, captati dai pozzi più profondi, in livelli sabbioso ghiaiosi all'interno delle argille.

4.3 PIEZOMETRIA E VARIAZIONI DEI LIVELLI DI FALDA

L'andamento complessivo generale della falda, come detto in precedenza, nella zona di Lentate sul Seveso è di tipo radiale, debolmente convergente, con quote comprese, nel territorio Comunale di Lentate sul Seveso tra 180 e 220 m. s.l.m.

Le direzioni di deflusso idrico variano tra NNE-SSW nelle zone occidentali, fino a NE-SW; il gradiente idraulico varia da un massimo di 1,1 – 1,3 % nella zona nord-orientale, fino ad un valore di 0,5 a 0,3 %, caratteristico per quasi tutta l'alta pianura.

A.T.P.:		Consulenti:		
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	
			<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Nella zona di interesse per la realizzazione della vasca la quota piezometrica al marzo 2010 è di circa 195 m. s.l.m., il gradiente tra i valori minimi sopra riportati (0,3 – 0,5%) e la direzione di flusso circa NNE-SSW.

L'immagine seguente, tratta dal SIF della Provincia di Milano, visualizza la piezometria della I falda e la soggiacenza nell'area della vasca, alla data del marzo 2010, e indica anche, come raffronto, gli anni 2009 e 2007.

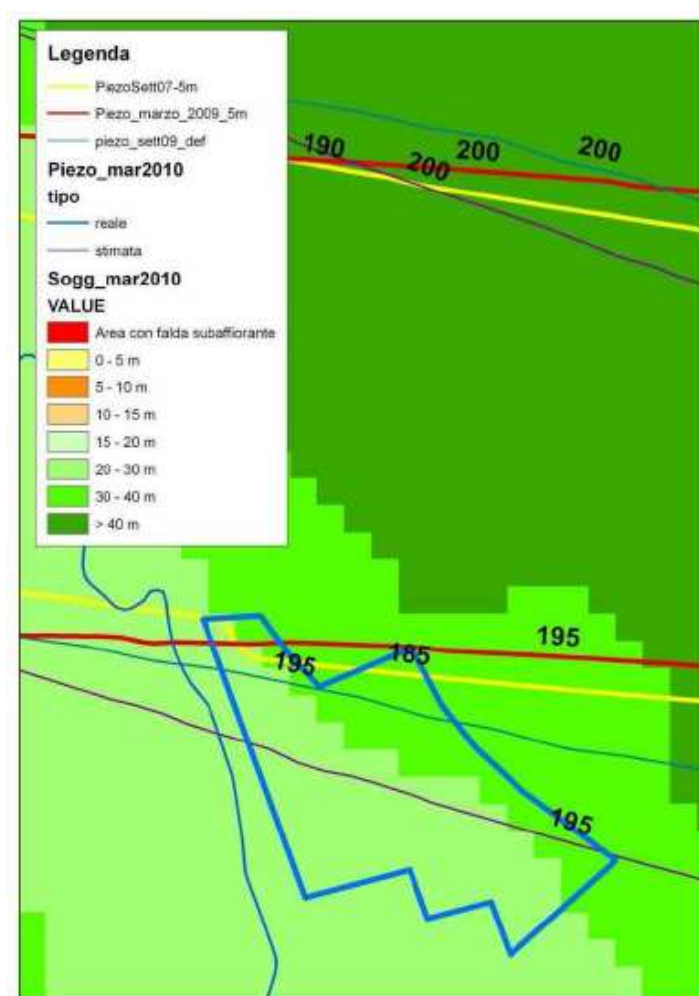






Fig. 14: Stralcio di dettaglio della carta delle piezometrie e delle soggiacenze medie per il marzo 2010, in raffronto al settembre 2007 ed al marzo 2009 (fonte: Provincia di Milano)

La carta conferma le indicazioni di cui sopra con una quota piezometrica della I falda di circa 195 m. s.l.m. nei pressi della vasca.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Dalla carta emerge però un altro dato molto interessante: si osserva che la piezometrica del settembre 2007 è di circa 10 metri più bassa (185 m. s.l.m.).

Le oscillazioni della superficie piezometrica possono quindi subire variazioni molto importanti nel tempo ed è quindi necessario fare alcune considerazioni su questo aspetto specifico, che riveste grande importanza per il progetto.

Le valutazioni seguenti si riferiscono ad una serie di analisi, disponibili su una serie di documenti pubblici, relative in generale a tutta l'alta pianura Milanese – Brianzola, basata su monitoraggi di lunga e lunghissima data, su pozzi e piezometri.

La superficie piezometrica evidenzia variazioni sia a carattere stagionale che con trend di lungo periodo.





Per quanto riguarda le variazioni stagionali, che possono raggiungere anche alcuni metri di escursione, sono generalmente caratterizzate da massimi nel periodo irriguo e da minimi invernali.

Le variazioni di lungo periodo sono connesse prevalentemente alle condizioni meteorologiche, ma anche all'entità dei prelievi per lo sfruttamento della falda.

Le curve dei pozzi dell'alta pianura evidenziano, generalmente, un periodo di minima soggiacenza della falda tra il 1978 ed il 1980, connesso alle abbondanti precipitazioni del periodo 1976-1977.

A questo periodo sono seguite fasi di abbassamento importante (inizio degli anni '90 e periodo 2000-2001), alternate a fasi di oscillazione e risalita.

Un importante periodo di abbassamento si è registrato tra il 2006 ed il 2007, seguito poi da una importante fase di risalita della falda, con alcuni periodi di stazionarietà.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Tra la parte finale del 2010 ed il 2012 la falda ha subito, generalmente, un nuovo brusco innalzamento e si è riportata su valori analoghi ai massimi del periodo 1978-1980.

Infine tra la fine del 2013 e la metà del 2014 il livello si è ulteriormente rialzato, portando la falda a raggiungere valori di massima risalita, mai registrati in precedenza.

In relazione alla problematica della realizzazione delle vasche, sulla scorta dei dati al 2010 (che indicano una piezometrica a quota 195 m. s.l.m) vi sarebbe un franco di circa 6-7 metri dal fondo della vasca.

E' però da considerare che la falda, dopo tale data, ha subito ulteriori innalzamenti anche significativi nell'alta pianura (anche superiori a 5 metri).





Le misure effettuate nel piezometro recentemente realizzato hanno confermato questa situazione. Nell'agosto 2015 è stata misurata una soggiacenza della falda, nella zona immediatamente a nord della vasca (piezometro S1 – vedi tavola D.2.3) di circa 21 metri da p.c.

La quota piezometrica assoluta ragguagliata sarebbe dell'ordine di 200,00-200,50 m. s.l.m. nella zona nord della vasca e di circa 199,00 nella porzione mediana della stessa, per poi abbassarsi ulteriormente verso sud / sud-ovest.

Si rammenta che il fondo finito della vasca, nella porzione centrale più depressa, è a quota 201,80 m. s.l.m.

Questa situazione porta a puntualizzare che la profondità della falda e le oscillazioni della stessa vanno verificate sempre in tempi limitati e che quindi sarà un aspetto da valutare con attenzione nei prossimi gradi progettuali.

E' inoltre fondamentale prevedere una serie di accorgimenti a tutela dell'opera e della falda, come meglio descritti al par. 5.0

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

4.4 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La classificazione dello stato delle acque sotterranee può essere valutata in base alla seguente tabella (D. Lgs. 156/02):

Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile, con pregiate caratteristiche idrochimiche
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo, con buone caratteristiche idrochimiche
Classe 3	Impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione
Classe 4	Impatto antropico rilevante, con caratteristiche idrochimiche scadenti

Un importante documento per la valutazione dello stato delle acque sotterranee nell'area di intervento è lo studio di ARPA della Provincia di Monza Brianza del 2012.

Le valutazioni, conseguenti ad analisi specifiche, individuano una situazione molto delicata / critica della qualità delle acque della prima falda nei territori in esame, con valori dell'indice *SCAS di classe 4 dal 2010 al 2012 sia per i nitrati che per il tricloroetilene*.

Per un maggiore dettaglio è possibile fare riferimento ai pozzi del Comune di Barlassina, che sono i primi localizzati a valle rispetto alla vasca, lungo la direzione di flusso.

L'eventuale presenza di inquinanti organici o inorganici con concentrazioni superiori ai limiti di legge determina una classificazione automatica in classe 4.

Le acque dell'acquifero superiore presentano le seguenti caratteristiche:

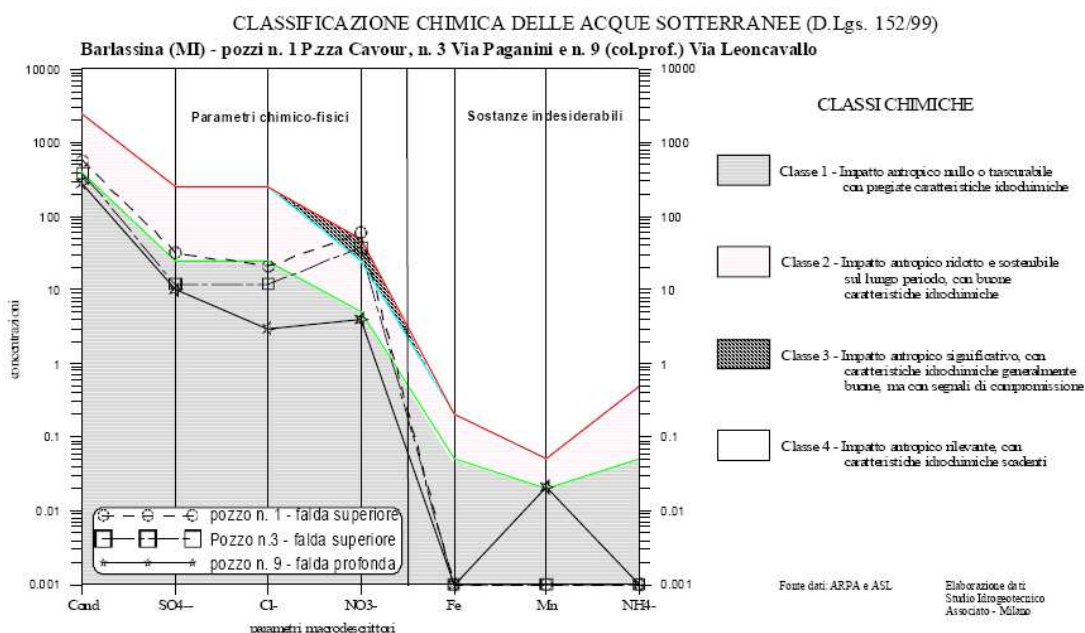






Fig. 15: Classificazione chimica delle acque sotterranee (D. Lsg. 152/06) dei pozzi potabili di Barlassina in acquifero superiore (fonte: Componente geologica del PGT – dr. Efrem Ghezzi)

Il grafico mostra che, relativamente allo stato chimico, il pozzo 3 ricade in classe 3 – *impatto antropico significativo, con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con segnali di compromissione* mentre il pozzo 1 ricade in classe 4 – *impatto antropico rilevante – caratteristiche idrochimiche scadenti*.

I parametri che condizionano tale classificazione sono: la conducibilità, i nitrati, i cloruri ed i solfati presenti.

La compromissione dello stato qualitativo dell'acquifero superiore dipende fondamentalmente dalla presenza in falda di nitrati, con concentrazioni anche oltre il limite della C.M.A.

La presenza di elevate concentrazioni sono indice di uno stato di contaminazione importante di origine agricolo-civile.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Il contesto è quindi quello di una risorsa molto delicata ma anche già fortemente compromessa, per l'utilizzo intensivo del territorio e per le contaminazioni di origine industriale, agricola ed anche civile.

In relazione alla qualità delle acque, nonostante le considerazioni di cui sopra sulla qualità delle acque sotterranee, ai fini di garantire comunque la massima tutela delle stesse, le vasche di laminazione, stante l'esigua distanza dalla falda stessa e la permeabilità dei terreni interessati, saranno integralmente impermeabilizzate con un telo di bentonite per tutto il loro sviluppo.

Non sono quindi prevedibili interazioni negative sullo stato delle falda.





4.5 PRESENZA DI POZZI AD USO POTABILE

La Carta Piezometrica allegata al presente progetto visualizza la distribuzione dei pozzi ad uso potabile dei Comuni di Lentate sul Seveso, Barlassina e Meda, in relazione alla localizzazione delle vasche ed alla direzione di flusso della falda.

Le fonti utilizzate sono le n° 8-9-10 di cui al par. 1.1.

La cartografia, oltre a confermare le valutazioni sopra effettuate sull'andamento della superficie piezometrica, evidenzia chiaramente i seguenti elementi:

- la zona di intervento è esterna alle fasce di rispetto dei pozzi utilizzati a scopo idropotabile (fascia di rispetto disegnata come indicata negli studio geologici di supporto alla pianificazione comunale);
- i pozzi del Comune di Lentate sul Seveso sono tutti localizzati a monte o lateralmente all'area di intervento rispetto alla direzione di deflusso della falda. Il pozzo più vicino è il cod. 3, ubicato ad oltre 750 metri di distanza verso monte;





A.T.P.:				Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>	 <i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

- i pozzi utilizzati a scopo potabile più vicini alla zona di intervento sono i pozzi cod. 1-2-3 e 13 del Comune di Barlassina, che risultano localizzati ad oltre 1,5 km dall'area di intervento, verso sud-sud-ovest;
- nei pressi della zona di intervento esistono una serie di aree che possono rappresentare delle criticità relativamente all'infiltrazione di potenziali contaminanti nel sottosuolo (ex aree di cava riempite con materiali di varia natura, ex cava dismesse, aree degradate, aree oggetto di interventi di bonifica ambientale).

La tabella seguente, tratta dai documenti di cui sopra, evidenzia, per i diversi pozzi lo stato di attività, la profondità massima, la quota dei filtri (per la localizzazione è necessario fare riferimento alla tavola idrogeologica).

In particolare questo ultimo parametro consente di valutare l'acquifero in cui avviene l'attingimento, in relazione al modello descritto ai par. 4.1 e 4.2.

COMUNE DI LENTATE SUL SEVESO						
n.	Codice SIF Località	anno	Prof (m)	Filtri Acquifero libero (m)	Filtri Acquifero confinato (m)	Portate prelevate E note
1	0151190001 Chiesa	1944 ritubato 1966	64,5	Da 47 a 63		Portata di esercizio = 0 Usato come piezometro
2/1	0151190002 via Manzoni serbatoio 1	1965	130	Da 71,4 a 107	Da 120 a 126	36 l/sec in rete
2/2	0151190018 via Manzoni serbatoio 2	1974	130	Da 80 a 106,5	Da 112 a 114	30 l/sec in rete
3	0151190019 via Colombo 1	1985	114	Da 50 a 78		30 l/sec in rete
4	0151190031 via 5 giornate – Copreno	2001	205	Da 95 a 115	Da 146 a 184	25 l/sec in rete
COMUNE DI BARLASSINA						
1	CAP 001 Piazza Cavour		58	Da 40 a 57		In rete
2	CAP 002		74,80	Da 55 a 73		





A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

	Piazza Cavour					In rete
3	CAP 003 Vi Paganini		87	Da 60 a 85		In rete
9/1	CAP 009 Leoncavallo (colonna sup)		140		Da 104 a 132,56	In rete
9/2	CAP 010 Lencavallo (colonna prof)		198,6		Da 143 a 172	In rete

I pozzi che risultano maggiormente protetti sono il CAP009 ed il CAP010 di Barlassina, che captano solamente dal gruppo acquifero profondo.

Gli altri pozzi captano o solamente le acque dell'acquifero superiore libero oppure le acque, mescolate dei due acquiferi (libero e confinato).

La vasca di progetto verrà completamente impermeabilizzata, al fine di separare, nell'utilizzo a regime, i due sistemi idrogeologici: acque invasate ed acque sotterranee.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

5.0 POSSIBILI INTERFERENZE TRA LA VASCA E L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLE AREE





Nel paragrafo 4.3 sono stati illustrati i dati relativi alle oscillazioni della prima falda nella zona interessata dalla realizzazione della vasca e precisamente:

- i dati al 2009-2010 indicano una piezometrica nella zona della vasca circa a quota 195 m. s.l.m;
- i dati successivi relativi ad altre zone del nord milanese e della Brianza, disponibili fino al 2014-2015, mostrano una ulteriore risalita della falda di circa 4-5 metri in queste zone;
- *la misura diretta effettuata nel piezometro realizzato in agosto ha confermato tale innalzamento della falda, con una quota nell'area della vasca variabile tra 200 m. s.l.m. nella zona nord e 199 m. s.l.m. nella porzione centrale dell'area.*

Il fondo della vasca è previsto progettualmente a quota 201,80 m. s.l.m. e tale quota minima interessa solamente un settore limitato nel centro della vasca.

Tali valutazioni e considerazioni andranno aggiornate e puntualizzate nei successivi gradi di progetto, con campagne di misura complete, rendendo accessibili le aree attualmente non raggiungibili e realizzando, ove necessario, ulteriori piezometri di misura e controllo.

Considerato che per quanto riguarda l'andamento futuro non è possibile fare previsioni e conseguentemente non è possibile escludere ulteriori fenomeni di risalita della falda, diviene quindi necessario garantire la sicurezza e la stabilità delle opere di progetto anche nel caso di ulteriori risalite della falda.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Questa situazione implica la necessità di una serie di interventi, soprattutto a tutela del corretto funzionamento a regime nel tempo, indipendentemente dal regime idrogeologico dell'area.

L' interferenza deve esser gestita sia dal punto di vista della qualità delle acque (impermeabilizzazione della vasca per una separazione totale delle acque invase da quelle del sottosuolo) che da quello quantitativo (metodi per garantire la stabilità dell'impermeabilizzazione in base alla quota della falda).

Si è ritenuto di prevedere a progetto l'impermeabilizzazione delle vasche per impedire la percolazione, e più in generale il contatto, tra acque invase del fiume Seveso (che presentano caratteristiche qualitative scadenti), con quelle della prima falda (che presenta comunque anch'essa, come analizzato in precedenza, caratteristiche qualitative scadenti).

Contestualmente il progetto prevede la realizzazione di un sistema che consente l'afflusso dell'acqua di falda nella vasca per gravità, in caso di innalzamento della stessa, onde evitare problemi di sottospinte sulle opere di impermeabilizzazione.





Il sistema è monodirezionale e consente l'afflusso in vasca delle acque di falda, ma non l'immissione nel suolo di quelle invase, a tutela delle acque sotterranee.

Di seguito si illustrano tali elementi.

5.1 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA VASCA

Per il funzionamento a regime si pongono due elementi fondamentali:

- interferenze qualitative (qualità delle acque),
- interferenze quantitative – idrogeologiche.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

Fatte salve le valutazioni sulla qualità delle acque della prima falda in precedenza discusse, nonché le analisi sulla qualità delle acque di piena del fiume Seveso, si è ritenuto progettualmente, fin dalle analisi dello studio di fattibilità, quando la falda era più profonda, di mantenere completamente separati i due sistemi.

Nello specifico è stato ritenuto fondamentale impedire l'infiltrazione nel sottosuolo e nella falda delle acque di piena del fiume Seveso.

La scelta progettuale è quella di impermeabilizzare completamente tutti i settori delle vasche fino alla quota di massimo invaso.

La soluzione tecnica individuata è quella della messa in opera di un materassino bentonitico, ricoperto da un adeguato spessore di terreno, in grado di garantire una permeabilità inferiore a 1×10^{-8} cm/sec e di separare completamente le acque superficiali dall'acquifero sotterraneo.





Al di sopra del telo è prevista, nella zona centrale della vasca, una struttura di appesantimento di 1,5 metri di spessore: 50 cm di massi ciclopici ed 1 metro di terreno.

Sempre per le operazioni di realizzazione e regolarizzazione del fondo è previsto uno scavo di circa 20 cm al di sotto.

La quota del fondo scavo è quindi dell'ordine di 200 m. s.l.m.

Tale quota garantisce attualmente un franco di circa 50-100 cm dal livello della falda attuale ed è quindi gestibile, allo stato attuale, senza elementi particolari.

Nel caso di ulteriori innalzamenti della falda vi potrebbero essere interferenze dirette, da gestire prevedendo attività di dewatering per le attività di cantiere oppure stabilendo un innalzamento del fondo, sempre ai fini delle fasi cantieristiche.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

5.2 SISTEMA DI COMPENSAZIONE DELLE SOTTOSPINTE

In caso di ulteriore risalita della falda nel tempo il telo sarebbe assoggettato ad una sottospinta idraulica.

E' stato quindi progettato un sistema in grado di garantire l'equiparazione tra i livelli della falda all'esterno ed all'interno della vasche.

Il sistema è costituito da una serie di tubazioni drenanti, poste alla base delle scarpate, che intercettano l'acqua di falda e la riversano all'interno del laghetto, al fine di omogeneizzare i livelli dell'acqua.





Tali tubazioni sono dotate di una valvola a clapet che consente l'ingresso in vasca dell'acqua di falda, ma non consente l'uscita delle acque delle vasche verso la falda.

Si tratta quindi di un sistema monodirezionale, studiato proprio per tutelare al massimo la falda stessa.

Questa soluzione di impermeabilizzazione e bilanciamento delle spinte dell'acqua rende le vasche sostanzialmente neutre rispetto all'assetto idrogeologico, anche a regime, sia in presenza che in assenza di riempimento.

Le acque invase non possono infiltrarsi in falda e quindi non ne alterano il flusso e l'alimentazione.

Viceversa la vasca si livella come la falda circostante e quindi non costituisce ostacolo al normale deflusso della stessa.

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

6.0 SISTEMA DI MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO

La vasca di laminazione sarà completamente impermeabilizzata, come sopra illustrato, per garantire una separazione totale tra le acque invase e quelle della falda.

Resta comunque fondamentale garantire al massimo la tutela delle acque sotterranee ed a tal fine è stato progettato un apposito sistema di controllo e monitoraggio della falda, da realizzare con i lavori delle vasche.





Per il controllo qualitativo della falda è stato previsto un sistema di piezometri di controllo, disposti monte - valle (secondo la direzione di deflusso della falda) rispetto alle vasche.

Nello specifico sono stati previsti *quattro piezometri: due a monte e due a valle* al fine di garantire il monitoraggio sia dell'acquifero superiore (acquiferi A+B) che di quello profondo (acquifero C).

Nella zona di intervento la separazione tra i due acquiferi è netta, ma come massima tutela si è ritenuto opportuno prevedere il controllo di entrambi.

Per un livello massimo di controlli, stante l'importanza delle acque sotterranee, si è deciso di monitorare entrambi gli acquiferi separatamente:

- i due piezometri nell'acquifero superiore hanno una profondità indicativa di 40 metri ed interesseranno l'acquifero superiore libero. Saranno fenestrati da – 20 m (quota di fondo della vasche) fino a fondo foro;
- i due piezometri di controllo dell'acquifero profondo avranno una profondità indicativa di 70 metri da p.c. Saranno interamente cementati ad isolati fino a circa 50-55 metri da p.c. (e comunque fino al massimo spessore del livello di argilla). Al

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

di sotto saranno interamente fenestrati per poter monitorare l'acqua dell'acquifero confinato.

Tutti i piezometri avranno un diametro minimo di 4", per consentire i campionamenti ambientali, saranno quotati, dotati di specifica targhetta e sigillati con appositi pozzetti con boccapozzi, dotati di lucchetto e chiave.

Il sistema di piezometri verrà utilizzato per il monitoraggio cadenzato dei livelli della falda e dei principali parametri chimico fisici, per la verifica dello stato delle acque.

Per le attività di monitoraggio da porre in essere è possibile utilizzare come riferimento iniziale le Linee Guida della Provincia di Milano per il Monitoraggio della falda per le attività di cava, integrate e modificate secondo le indicazioni fornite dagli Enti nella fase della Pronuncia di Compatibilità ambientale per la vicina ed analoga vasca di Senago e precisamente:

Monitoraggio quantitativo (livelli di falda):





- cadenza almeno mensile;

Monitoraggio qualitativo:

- campionamento giornaliero o bi-giornaliero durante i primi tre eventi che coinvolgono la vasca;
- campionamento con cadenza almeno mensile per il primo anno;
- n° 3 campionamenti all'anno per gli anni successivi al primo.

Parametri da ricercare:

- Analisi: TOC, ossidabilità, torbidità, durezza, calcio, cloruri, solfati, ammoniaca, nitrati, nitriti, metalli (Hg, As, Cd, Cr tot., Cr VI, Fe, Ni, Pb, Cu, Mn, Zn), tensioattivi anionici e non ionici, idrocarburi totali con n-esano, composti

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

organoalogenati, BTEX, parametri microbiologici (californi, Escherichia Coli, enterococchi);

- Misure in campo: temperatura, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, pH, potenziale redox.

Eventuali inquinanti specifici potranno essere aggiunti in base ai risultati delle analisi sulle acque superficiali del fiume Seveso, in relazione ai principali potenziali inquinanti rinvenuti.





Questo standard di analisi potrebbe essere utilizzato per lo stato di fatto e per le fasi iniziali di funzionamento della vasca, salvo modificarlo, aggiornarlo ed integrarlo in base ai risultati dei monitoraggi stessi (diversa distribuzione dei campionamenti, analisi da eseguire, ecc.).

Nelle fasi di cantiere i monitoraggi potranno essere infittiti, sia per le oscillazioni della falda che per le caratteristiche della stessa.

Il piano dei controlli e dei monitoraggi andrà comunque discusso e concordato con gli Enti preposti a questo tipo di verifiche e controlli.

Anche il posizionamento di eventuali sonde di misura in continuo potrà essere definito con gli Enti, a seguito dei primi riscontri analitici, per individuare i parametri di maggiore sensibilità (sia nelle acque sotterranee che in quelle potenzialmente accumulate all'interno delle vasche).

Le opere di monitoraggio previste devono comunque essere realizzate nelle fasi iniziali dell'intervento, al fine di consentire una verifica dello stato dei luoghi pre-intervento (che costituisce una sorta di "bianco" della situazione in essere), i controlli durante lo

A.T.P.:					Consulenti:	
			<i>Studio Associato Geologia Spada</i>	<i>Dott. Ing. A. Barbon</i>		<i>Prof. Dott. V. Mezzanotte</i>

sviluppo del cantiere ed infine un monitoraggio del funzionamento delle opere nel tempo.

Milano, li agosto 2015

I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

BETA STUDIO s.r.l.

Dott. Ing. Massimo Coccato

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA

Dott. Geol. Mario Spada

Dott. Ing. Alessandro Barbon