

AREA DI LAMINAZIONE DEL TORRENTE SEVESO

Comune di Lentate sul Seveso (MB)

PROGETTO DEFINITIVO - MB-E-2

GENNAIO 2016



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. Geol. MARIO SPADA

Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI

Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI

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

STUDIO PAOLETTI

INGEGNERI ASSOCIATI

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

Studio Associato di Geologia Spada

Via Donizetti 17 24020 Ranica (BG)
tel: +39 035 516090 - +39 035 513738



Sistema Certificato
UNI EN ISO 9001
SC 06-047/EA 34



CONSULENZE SPECIALISTICHE:

ASPETTI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI:

Arch. ANDREAS KIPAR

Dott. Agr. GIOVANNI SALA

Arch. LUISA BELLINI

ASPETTI STRUTTURALI:

Ing. BRUNO BECCI

Ing. MARCO BELLINI

IMPIANTI ELETTRICI:

Ing. FEDERICO REPOSSI

Ing. MARCO GILARDONI

LAND Italia srl



Via Varese 16 20121 Milano

tel: +39 02 806911.1 - fax: +39 02 806911.30

www.landsrl.com

CeAS s.r.l.

Viale Giustiniano, 10 - 20129 Milano

tel: +39 02 2020221 - fax: +39 02 29512533

E-mail: CEAS@FINZI-CEAS.IT - www.ceas.it

MCE s.r.l.

Via Bassini, 53 - 20133 Milano

tel: +39 02 70608880 - E-mail: info@mce-milano.com

www.mce-milano.com

LAND
LANDSCAPE ARCHITECTURE NATURE DEVELOPMENT

CeAS
centro di analisi strutturale
MCE

TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICA-IDROGEOLOGICA

SCALA

Revisioni

1

RECEPIMENTO PRESCRIZIONI V.I.A. E C.D.S.

LUGLIO 2017

2

Numero
elaborato

TIPOLOGIA

PD

COMMESSA

250-27

DOCUMENTO

ATTI

NUMERO

A.3.3

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	20
3.3 MODELLO GEOLOGICO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO	25
4.0 ASSETTO IDROGEOLOGICO	29
4.1 QUADRO IDROGEOLOGICO COMPLESSIVO	29
4.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO	33
4.3 MODELLO IDROGEOLOGICO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO	34
4.4 PIEZOMETRIA E VARIAZIONI DEI LIVELLI DI FALDA	37
4.5 PIEZOMETRIA PRESSO L'AREA DI LAMINAZIONE IN SCAVO	42
5.0 PRESENZA DI POZZI AD USO POTABILE	47
6.0 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE	49
6.1 QUADRO COMPLESSIVO DELLA QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE	49
6.2 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE DEI POZZI POTABILI	50
7.0 POSSIBILI INTERFERENZE TRA LA VASCA E L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLE AREE	52
7.1 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA VASCA	54
7.2 SISTEMA DI COMPENSAZIONE DELLE SOTTOSPINTE	55
8.0 SISTEMA DI MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO	57

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 definitivo delle opere, predisposto dalla scrivente A.T.P. “ETATEC Studio Paoletti s.r.l. – Studio Paoletti ing. Associati – Studio associato di geologia Spada” aggiudicataria della gara pubblica “*MB-E-2 – progettazione definitiva per la realizzazione di un’area di laminazione per il fiume Seveso in Comune di Lentate sul Seveso*” su incarico di A.I.P.O – 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 808.000 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 per l’area che per la 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.

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 con i 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;
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. *“Database dei dati geologici di sottosuolo”* – Regione Lombardia – agg. 2013;
7. *“Progetto Qualfalda II - Lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei in Provincia di Milano: Rapporto Finale”* – IRSA – CNR – anno 2007;
8. *“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);
9. *“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);
10. *“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”* – Studio Idrogeotecnico Ass. – agg. novembre 2012;
11. *“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”* – Studio Idrogeotecnico Ass. – agg. gennaio 2011;
12. *“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.

I dati sono stati rivisti e rielaborati sulla scorta delle indagini geologiche e dei rilievi di dettaglio eseguite nell’area.

1.2 PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOLOGICHE

Le indagini geologiche eseguite nel corso del lavoro sono molteplici e vengono qui 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 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 progetto preliminare e del presente progetto definitivo, 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 2015 ed i relativi risultati erano stati inseriti nell'analisi a supporto del progetto preliminare.

I risultati delle analisi di laboratorio sui campioni di terreno, relativamente agli aspetti geotecnici, merceologici e sulla qualità ambientale sono pervenuti nel mese di settembre 2015 e conseguentemente sono analizzati e valutati nel presente progetto e specificatamente nella relazione geologico-tecnica.

Le indagini su cui si basano le presenti valutazioni sono le seguenti (l'ubicazione di dettaglio con i principali risultati di tutte le indagini sono riportati nelle tavole da D.2.4 fino a D.2.8):

- 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 analisi granulometriche complete su campioni di terreni prelevati nei sondaggi;
- n° 8 prove penetrometriche dinamiche fino alla profondità di 6,9 m. da p.c.;
- n° 5 saggi con escavatore fino alla profondità di 4 metri dal p.c. per la verifica dei terreni del primo sottosuolo;
- n° 5 analisi chimiche, per una prima caratterizzazione delle terre e rocce da scavo;
- n° 1 stendimento sismico di tipo MASW;

Al fine di costruire un quadro più completo, come già segnalato anche nel progetto preliminare, si ribadisce la necessità di investigare i terreni posti in contiguità con l'ex area di cava, nel settore sud-est dell'area dell'intervento e quelli dell'area di laminazione golenale, oggetto di intervento.

Su tali aree infatti, ad oggi, non è stato possibile effettuare adeguate indagini, per la corretta caratterizzazione geologica, idrogeologica, geotecnica, merceologica e chimica.

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 merceologici, chimici (prima caratterizzazione) geologico-tecnici e geotecnici è contenuta nella relazione specifica allegata al presente progetto.

2.0 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Le opere di progetto sono localizzate nella porzione meridionale del Comune di Lentate sul Seveso (MB).

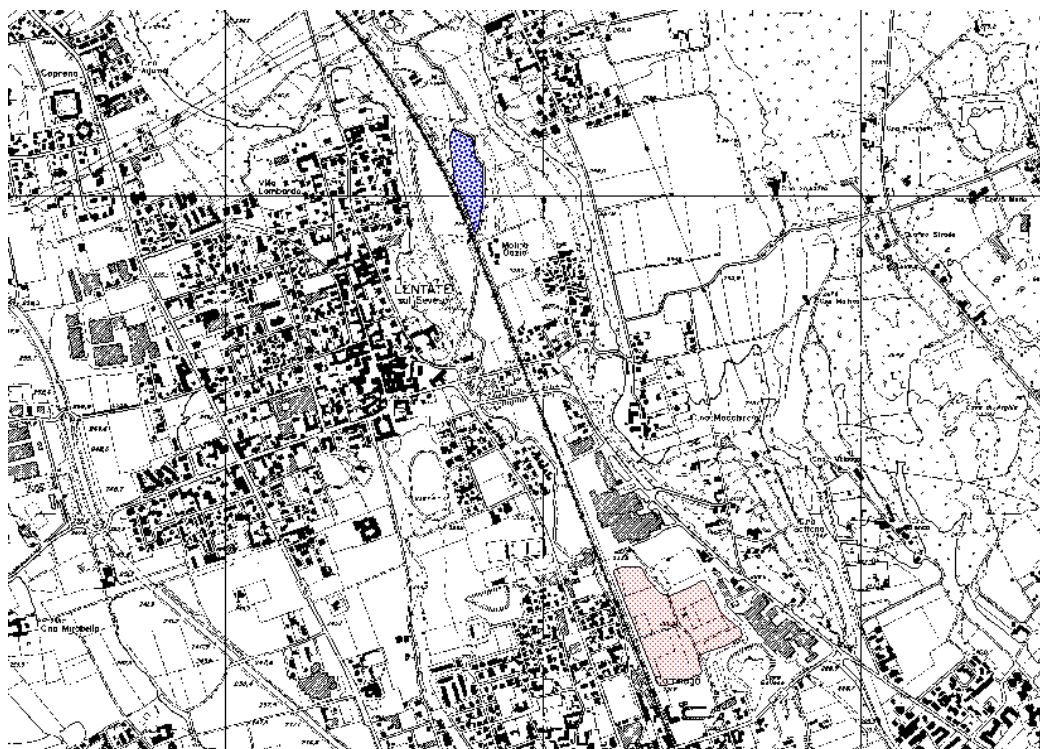


Fig. 1: Localizzazione delle opere di progetto sulla CTR: vasca di laminazione (in rosso) ed area di laminazione golenale (in blu)

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, che è circondata, lateralmente, da una serie di terrazzamenti che progressivamente rialzano la quota del terreno.

La valle attuale è un'eredità di quella attraversata dagli scaricatori fluviali e fluvioglaciali, connessi alle variazioni climatiche plio-quadernarie 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, con variazioni altimetriche che si aggirano fra i 10 e i 30 metri.

La zona di intervento è caratterizzata dalla presenza sia del fondovalle attuale che dal primo terrazzo recente, che è rialzato di 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.

Le unità geologiche più antiche costituiscono le porzioni più elevate rispetto alla pianura.

Il torrente Seveso è l'elemento idrologico principale: il suo corso è, come detto, non solo è 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.

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. e degradano verso sud.

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



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

Per quanto riguarda l'area di laminazione in scavo, 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 raggiungere la quota di 243-245 m. s.l.m.

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, attualmente morfologicamente depresse rispetto al piano campagna del fondovalle.

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

3.0 ASSETTO GEOLOGICO

3.1 QUADRO GEOLOGICO COMPLESSIVO

L'area, in ampio, è caratterizzata da una serie di terrazzamenti, orientati 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.

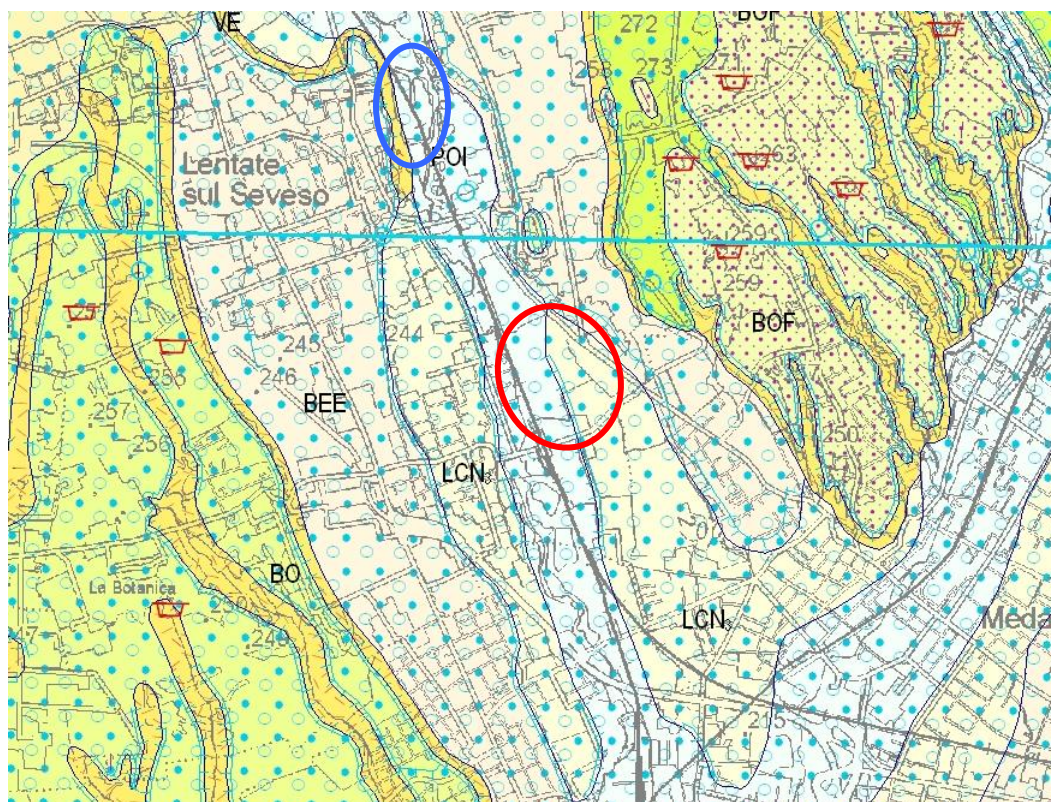
Il fondovalle attuale del torrente Seveso è caratterizzato dai depositi più recenti, mentre le aree più elevate coincidono con i depositi più antichi.

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

SISTEMA 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

LCN₃

LCN₂

LCN₁

SUPERSISTEMA DEI LAGHI - SISTEMA 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. 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.

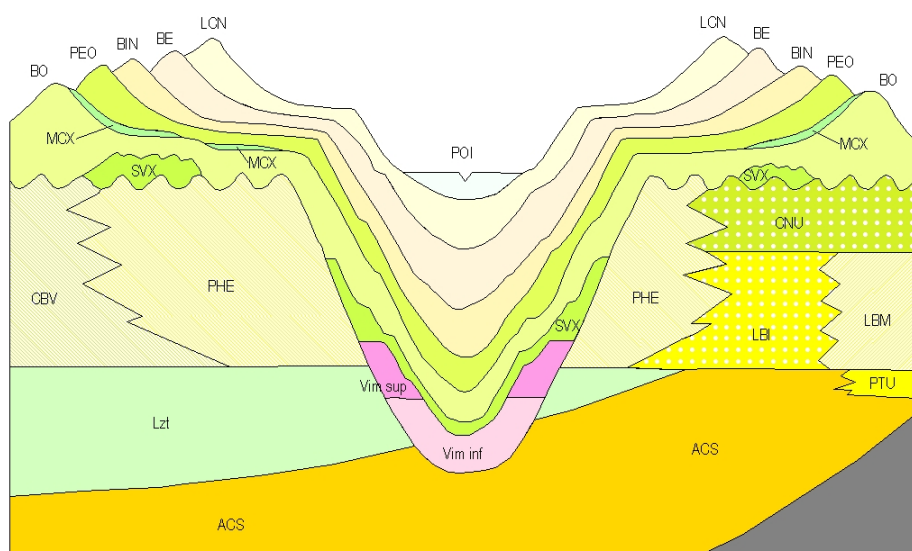
Ghiaie grossolane massive e stratificate a supporto sia di matrice sia clastico; sabbie stratificate e laminate con strutture di trazione e massive, alternate a limi sabbiosi con accenni di laminazione incrociata; sabbie limose debolmente argillose; alternanze di livelli limoso argillosi e livelli sabbiosi; 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. SUBSISTEMA 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 in scavo; il contorno blu indica l'area di laminazione golenale. In legenda sono riportate le Unità geologiche interessate dalle opere

La porzione di territorio sul quale verrà realizzata l'area di laminazione golenale si estende longitudinalmente lungo la piana fluviale del Seveso, interessando solo il Sintema del Po (POI).





L'area di intervento, in cui verrà realizzata la vasca, invece, ricade sia nel Sintema del Po – POI (porzione superficiale e sottosuperficiale) che nel Supersintema di Laghi - Sintema di Cantù – Subsintema della Cà Morta (LCN3).

Nel sottosuolo più profondo, nelle porzioni più depresse della vasca, vengono interessate anche le unità più antiche, come di seguito dettagliato.



UNITA' DI SUPERFICIE

-  Sintema del Po (POI)
-  Sintema di Cantù (LCN)
-  Supersintema di Besnate (BE)
-  Sintema di Binago (BIN)
-  Sintema della Specola (PEO)
-  Formazione di Monte Carmelo (MCX)
-  Supersintema del Bozzente (BO)
-  Tillite di San Salvatore (SVX)
-  Ceppo di Calpuno (CNU)
-  Ceppo di Monguzzo (LBM)

-  Ceppo di Inverigo (LBI)
-  Ceppo di Portichetto (PHE)
-  Ceppo della Bevera (CBV)
-  Sabbie di Ponte Nuovo (PTU)

UNITA' DI SOTTOSUOLO


-  Supersintema di Vimercate - Unità superiore (Vim sup.)
-  Supersintema di Vimercate - Unità inferiore (Vim inf.)
-  Supersintema di Lazzate (Lzt)
-  Argille di Castel di Sotto (ACS)
-  Substrato

Fig.5a: 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.

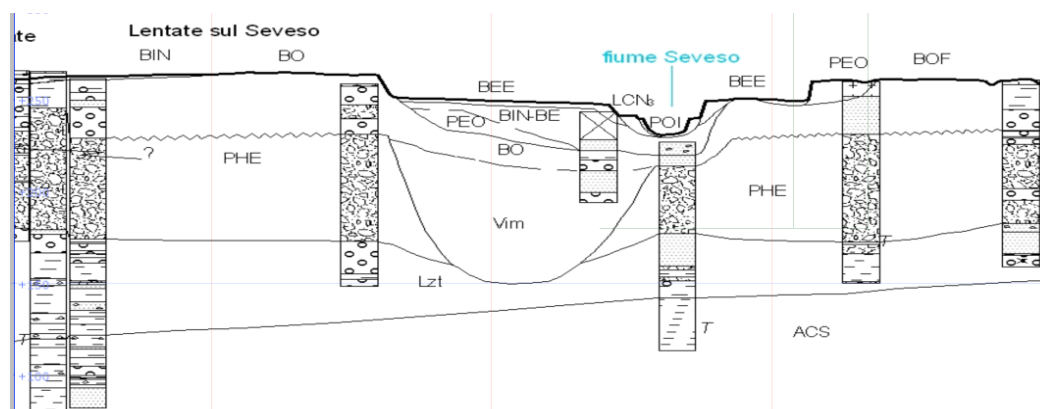


Fig. 5b: Dettaglio sezione geologica della “Carta geologica d’Italia alla scala 1:50.000 – foglio 096 Seregno”. La descrizione delle singole unità è riportata nel testo.

Lo schema di figura 5a è tratto dalla bozza del Foglio CARG 096 “Seregno” ed evidenzia l’architettura dei terrazzi morfologici, con i depositi più recenti nel fondovalle attuale e quelli più antichi localizzati nelle porzioni esterne e rialzate.

La sezione geologica riportata in figura 5b, sempre tratta dal medesimo foglio CARG, sintetizza i rapporti geometrici delle diverse unità sepolte, nel territorio di Lentate, ed è rappresentativa dell’assetto geologico nei pressi della vasca.

Le unità presenti nell’area di studio sono, dalla più recente alla più antica, di seguito descritte:

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 e il terrazzo di separazione con i depositi di fondovalle è molto contenuto e/o assente.

Supersintema di Besnate – Unità di Cadorago (BEE - Pleistocene medio – superiore)

L'unità è rappresentata da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie medio grossolane massive e localmente isoorientate a supporto di matrice, raramente di clasti. I clasti sono poligenici con netta prevalenza di carbonati, eterometrici con dimensioni da millimetriche a pluridecimetriche, da subarrotondati a subangolosi. La matrice è costituita da sabbie. Sono presenti livelli di sabbie medio fini limose massive.

L'alterazione interessa circa il 40% dei clasti per uno spessore medio di 2 m.

Questi depositi costituiscono i terrazzi di quote intermedie su cui insistono gli abitati di Lentate sul Seveso e di Cinisello – C.na Mocchirolo.

L'unità è coperta in discordanza dai depositi fluvioglaciali del sintema di Cantù, dai depositi del sintema del Po e da quelli del supersintema di Venegono.

Nel sottosuolo il Supersintema di Besnate è indifferenziato (BEC) ed accorpato al Sintema di Binago.

Sintema di Binago (BIN, Pleistocene medio)

L'unità è rappresentata da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto di matrice o a supporto di clasti. I clasti sono poligenici, subarrotondati e localmente embricati. La matrice è costituita da sabbie medio grossolane e limi sabbiosi e l'alterazione è poco evoluta. Nell'area di interesse l'unità è sepolta e non affiora.

Sintema della Specola (PEO, Pleistocene medio)

L'unità è rappresentata da depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie massive o stratificate a supporto di matrice. I clasti sono poligenici con prevalenza di carbonati e metamorfiti, di dimensioni modali centimetriche e massime decimetriche. La matrice è costituita da sabbie medio grossolane con presenza di lenti e livelli di ghiaie fini e sabbie. L'alterazione è spinta sino a 6-8 m di profondità con interessamento di circa 80% dei clasti.

L'unità affiora limitatamente nei terrazzi sulla destra del Seveso, ad ovest di Novedrate. Nel sottosuolo l'unità non è stata distinta.

Supersintema del Bozzente indifferenziato (BO, Pleistocene medio)

L'unità è rappresentata da depositi fluviali e fluvioglaciali costituiti da ghiaie medio grossolane massive o debolmente isoorientate a supporto di matrice, nel complesso

compatte. I clasti sono poligenici con dimensioni da centimetriche a pluridecimetriche, arrotondati. La matrice sabbiosa medio grossolana o sabbioso limosa. L'alterazione è spinta e interessa l'intero spessore dell'unità con più del 90% dei clasti alterati, dalla decarbonatazione sino all'argillificazione/arenizzazione. Superiormente sono presenti limi argillosi e sabbiosi ed argille limose con spessore variabile da 3 a 5 m. L'unità affiora ad ovest di Lentate.

Supersintema del Bozzente – Sintema di Cascina Fontana (BOF, Pleistocene medio)

L'unità è rappresentata da depositi glaciali costituiti da diamicton massivi a supporto di matrice. I clasti sono poligenici con prevalenza di carbonati e metamorfiti, generalmente mal selezionati con dimensioni da pochi centimetri a pluridecimetriche, sia subarrotondati sia subangolosi. La matrice è costituita da sedimenti fini, talora con elementi più grossolani. L'alterazione è marcata e interessa l'intero spessore dell'unità. L'unità affiora nei terrazzi ad est dell'area di interesse e nel sottosuolo non è stata distinta da BO.

Supersintema di Vimercate (Vim, Calabriano)

L'unità è suddivisa in due unità:

- l'unità superiore è costituita da ghiaie, ghiaie e sabbie, ghiaie argillose con ciottoli, ghiaie e sabbie compatte, conglomerati e argille, ghiaie e sabbie pedogenizzate, ghiaie e sabbie rosse;
- l'unità inferiore è invece costituita da argille ghiaiose, ghiaie argillose, argille massive con ciottoli e argille laminate, sottili orizzonti arenaci e conglomeratici.

Si tratta di depositi fluviali e/o fluvioglaciali di riempimento di paleovalli; la superficie limite inferiore del supersistema di Vimercate è rappresentata da una superficie erosionale che taglia, nell'area di interesse, i depositi del ceppo di Portichetto.

L'unità non è affiorante e nell'area di interesse le indagini geognostiche a disposizione intercettano soltanto l'unità superiore.

Ceppo di Portichetto (PHE, Piacenziano - Calabrian)

Conglomerati costituiti da ghiaie medio grossolane a supporto di matrice e localmente a supporto clastico, organizzati in banchi anche metrici con buon grado di cementazione (Ceppo s.l.). Si tratta di depositi fluviali con clasti subarrotondati, talvolta subangolosi poligenici, con predominanza di litotipi carbonatici, che hanno dimensioni modali comprese tra 15 e 20 centimetri, sovente pluridecimetriche dell'ordine di 40 - 50 centimetri. Nell'area di interesse l'unità non affiora ed è presente solo nel sottosuolo.

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

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 passaggi progettuali e di approvazione, sarà importante completare le indagini previste anche sul terrazzo superiore (sondaggio e geofisica di tipo elettrico) e sull'area di laminazione golenale, per investigare adeguatamente anche queste zone di intervento.

L'ubicazione e le principali risultanze di tutte le indagini effettuate sono riportate nelle tavole dalla D.2.4 alla D.2.8.

I tre sondaggi effettuati hanno rinvenuto una situazione sufficientemente omogenea lungo tutto l'area che è stata analizzata.

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.

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.

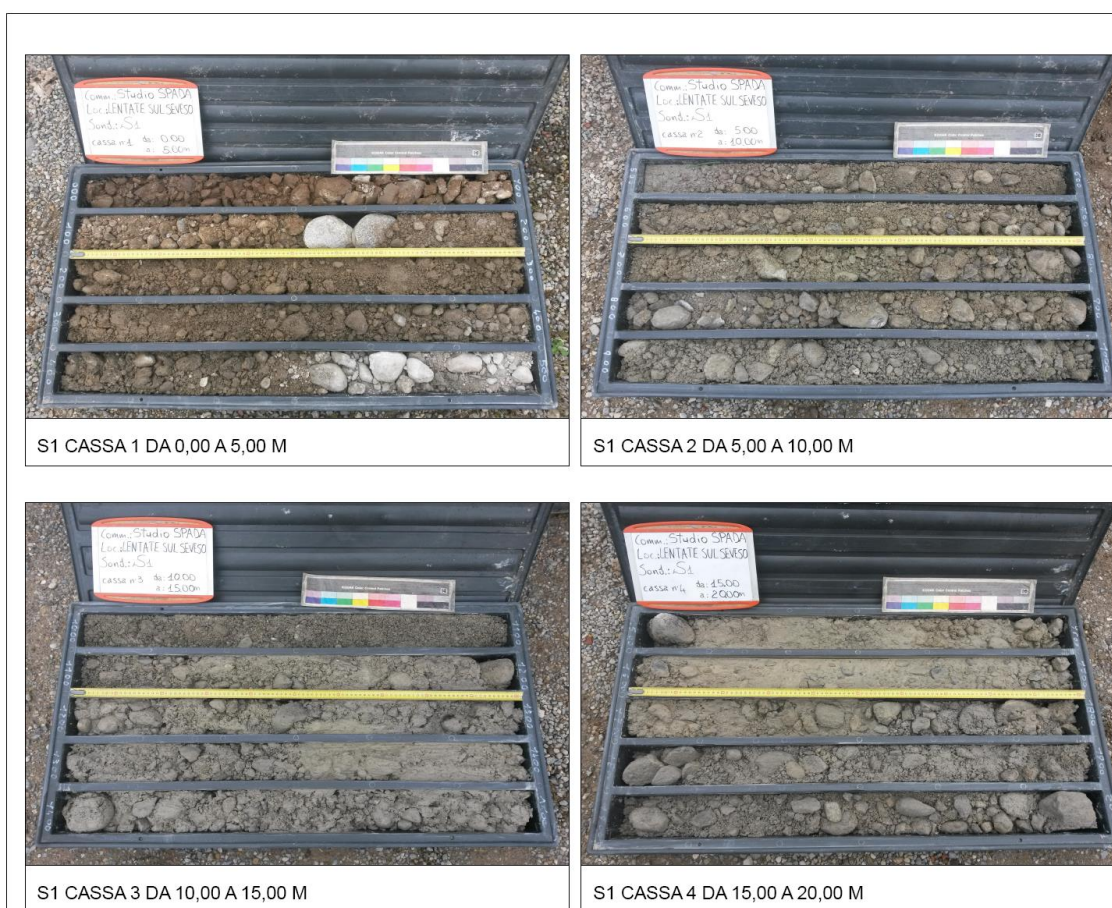


Fig. 7: Cassettes del sondaggio per le profondità comprese tra 0 e 20 metri da p.c.

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..



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.

Il suolo presenta un orizzonte superficiale coltivato (Ap) con spessore medio di 30-40 cm, 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 nelle tavole D.2.4 e D.2.5.

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 e i depositi geologici presenti (attribuiti al Sistema del Po) sono gli stessi rinvenuti nel terrazzo inferiore dell'area della vasca di laminazione.

In questa fase 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 a una serie di approfondimenti specifici, relativamente ai terreni di appoggio delle arginature e alle loro caratteristiche geotecniche, geologiche e idrogeologiche.

3.3 MODELLO GEOLOGICO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO

I dati puntuali di sottosuolo (pozzi, piezometri, sondaggi, ecc.), le carte geologiche di superficie e le sezioni geologiche disponibili sono stati elaborati, al fine di generare un modello geologico 3D del sottosuolo dell'area di intervento e di un suo significativo intorno.

Il modello è stato generato con uno specifico software di modellazione geologica ed idrogeologica 3D (Leapfrog Hydro), utilizzando tutti i dati di sottosuolo disponibili sull'area (pozzi, sondaggi, geofisica, sezioni geologiche ed idrogeologiche, ecc.).

Nel modello è stato utilizzato un DEM di dettaglio che comprende le quote di progetto della vasca di Lentate.

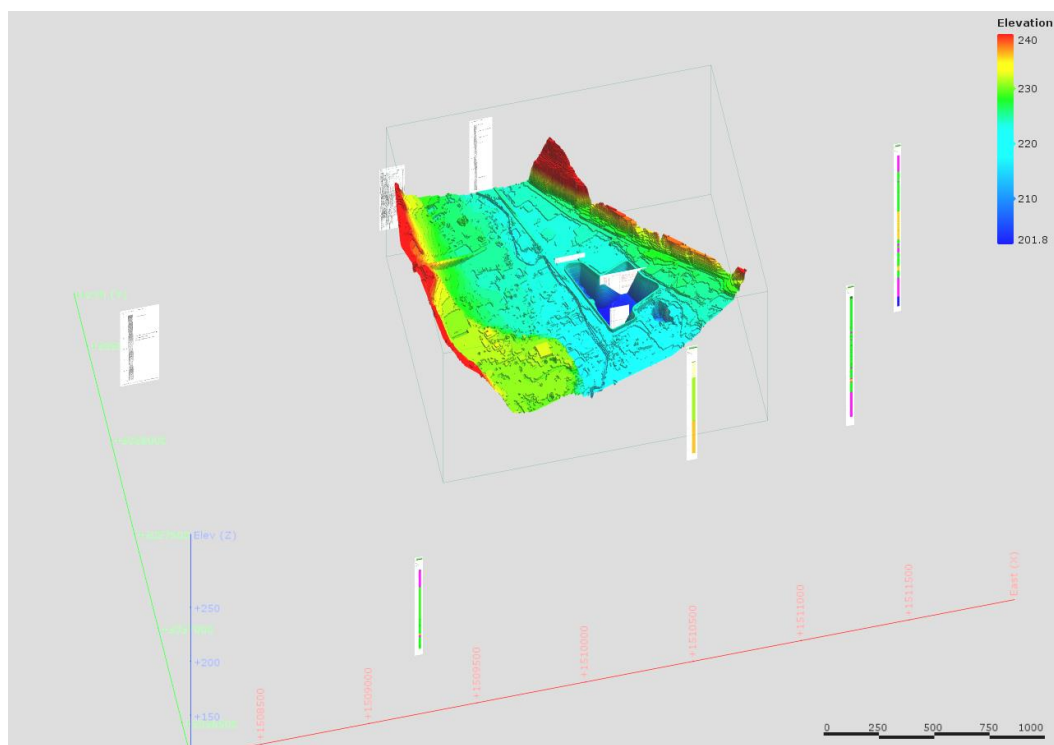


Fig. 10: Fasi iniziali della modellazione con inserimento delle sezioni, delle mappe e dei dati di sottosuolo

Nel modello sono state ricostruite le principali unità geologiche sopra descritte, con particolare attenzione alla definizione dei rapporti geometrici tra terrazzi e corpi sepolti, utilizzando le suddivisioni stratigrafiche proposte nel Foglio 096 Seregno.

L'immagine 11 visualizza il modello geologico di dettaglio dell'area di intervento.

L'unità blu materializza i corpi conglomeratici (Ceppo s.l.) che presentano al tetto una superficie erosiva e localmente profonde incisioni. L'area di interesse, in parte, si estende proprio al di sopra della valle incisa sepolta, riempita dai depositi fluviali ghiaiosi del Supersistema di Vimercate (Vim). Questo contatto è messo in evidenza anche da un brusco cambiamento della velocità delle onde S ricavata dall'indagine sismica MASW (si rimanda a questo proposito alla relazione geologico-tecnica).

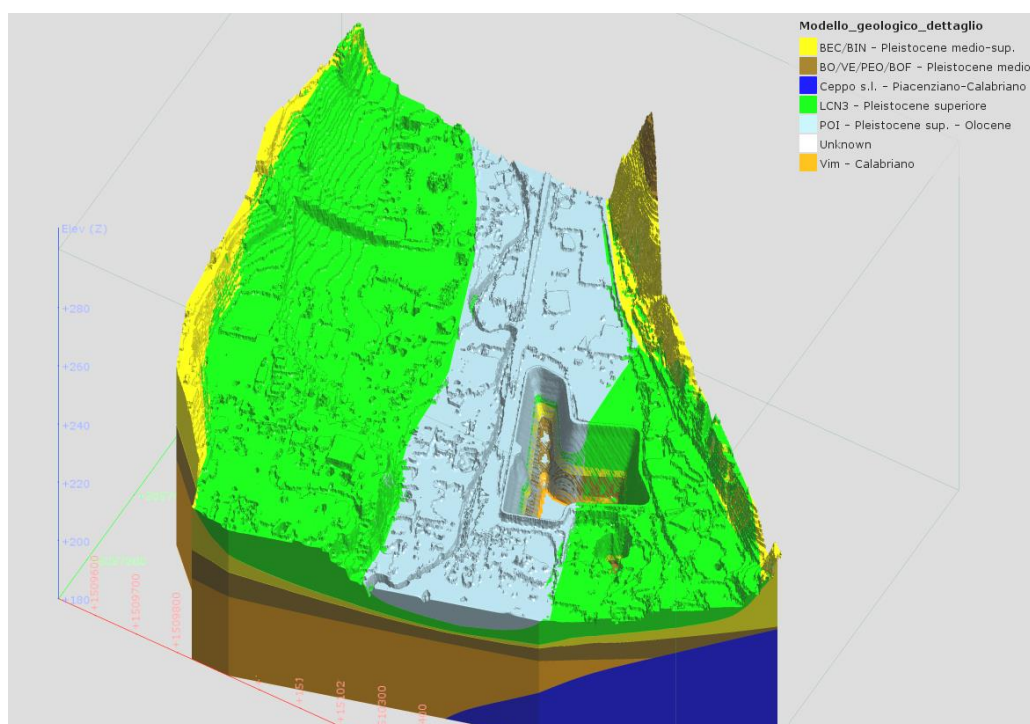


Fig. 11: Modello 3D del sottosuolo con le principali unità geologiche (azzurro:POI; verde:LCN3; giallo: BEC/BIN indistinto; marrone: BO/VE/BOF/PEO; arancione: Vim; blu: Ceppo PHE; si veda il testo per la descrizione).

La fig. 12 è una sezione tagliata nei pressi della vasca di laminazione in scavo di progetto e mostra i rapporti nel sottosuolo tra le varie unità geologiche.

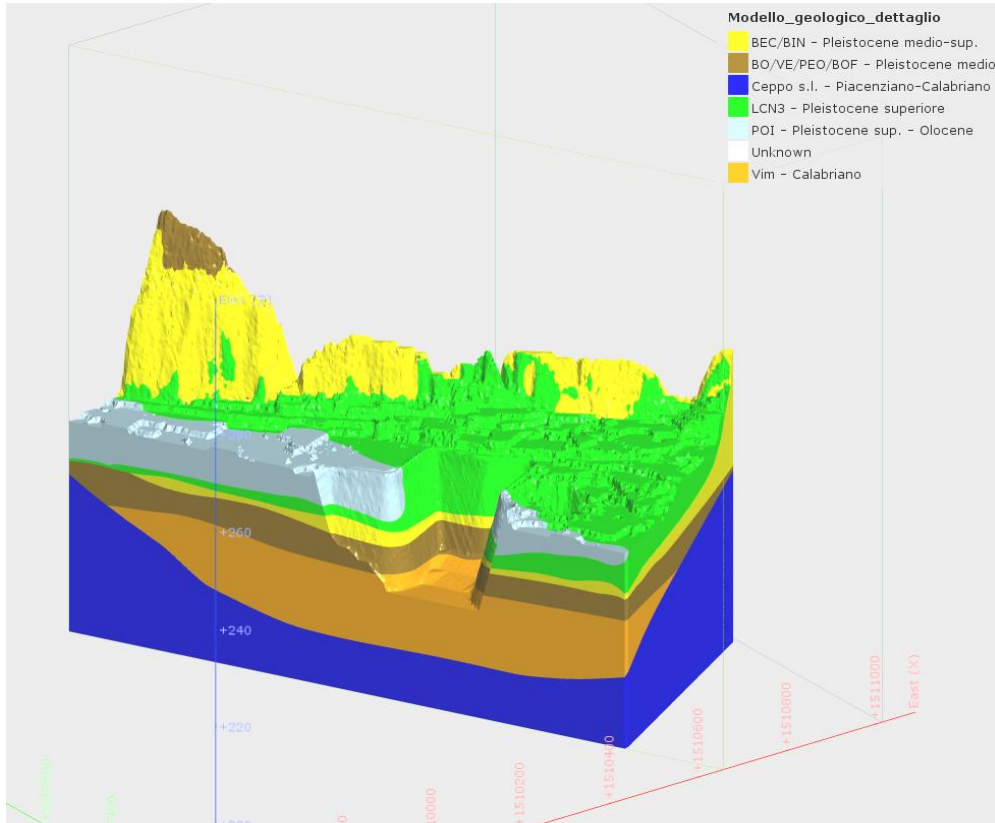


Fig. 12: Modello 3D del sottosuolo - sezione trasversale in corrispondenza della vasca.

La figura 13 mostra un dettaglio del modello in corrispondenza del sondaggio S0.

Si può notare che la porzione inferiore della carota (da circa -18 m pc fino a fondo foro) corrisponde ai depositi sommitali di Vim; questa unità al tetto può essere caratterizzata da paleosuolo costituito da ghiaie con ciottoli e argilla compatte.

La porzione centrale (da circa -10 m a -18 m pc) corrisponde all'unità marrone (BO/VE/BOF/PEO) del Pleistocene medio e all'unità gialla (BEC/BIN) del Pleistocene medio-superiore ovvero a depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi caratterizzati da un buon grado di compattazione.

Seguono verso l'alto unità via via più recenti (verdi:LCN3: Pleistocene superiore) fino a giungere a circa -8 m da piano campagna alle ghiaie e sabbie di POI del Pleistocene superiore – Olocene.

Questa architettura giustificerebbe anche la suddivisione geotecnica dei depositi indagati dai sondaggi con un grado di compattazione diverso e crescente con la profondità.

I depositi più superficiali, minor grado di compattazione, corrisponderebbero prevalentemente ai depositi di POI, più recenti e poco alterati, per poi passare in profondità a depositi più antichi e compatti.

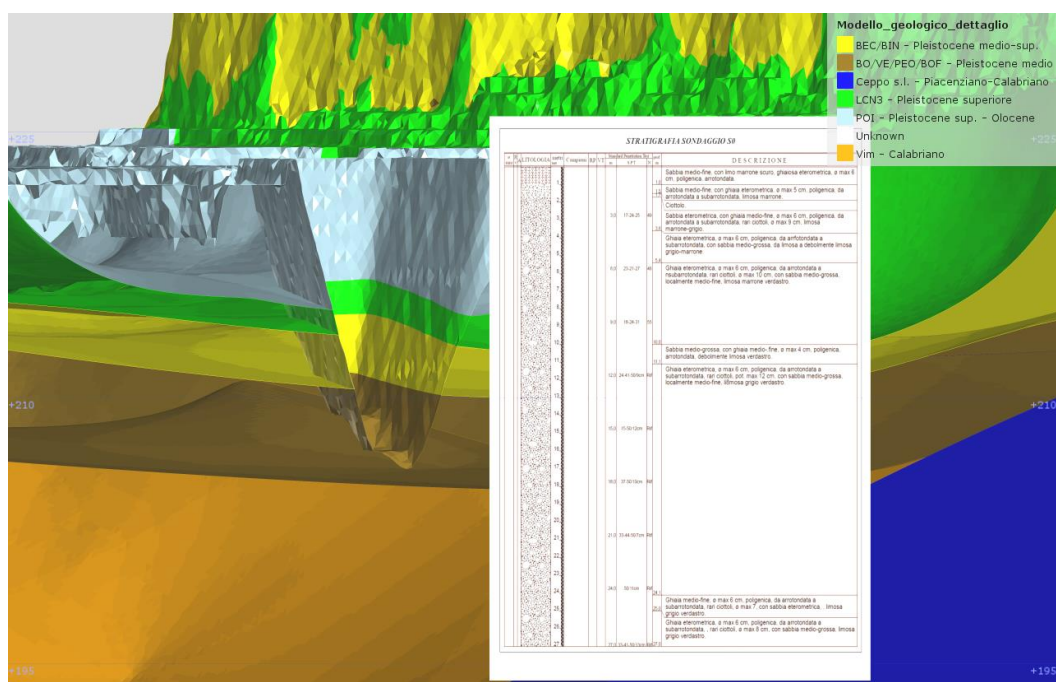


Fig. 13: Confronto tra la carota del sondaggio S0 e il modello geologico 3D.

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 dei 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 semiconfinate procedendo da nord verso sud. Tale acquifero è normalmente captato dai pozzi. Lo stesso è

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).

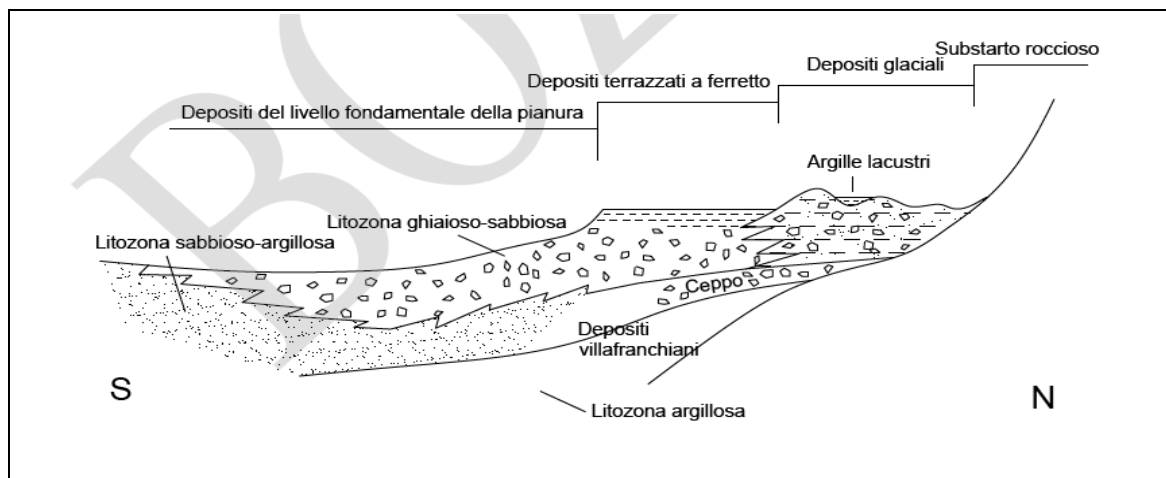


Fig. 14: Schema delle principali unità idrogeologiche (tratto da "CARG – note illustrative al foglio 118")

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.

- 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:

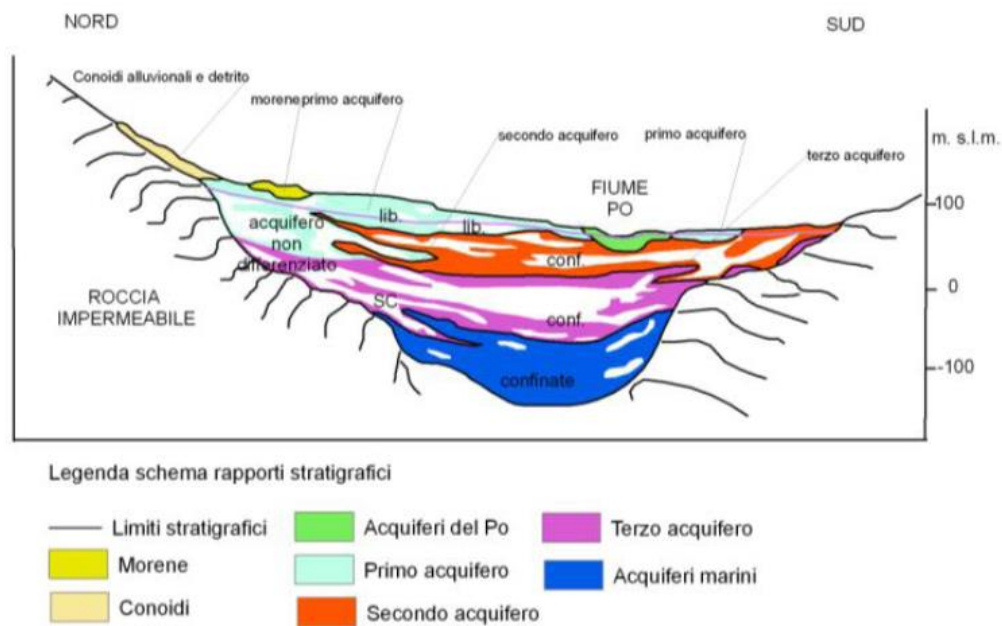


Fig. 15: Schema idrogeologico della Pianura Padana (da "CARG – note illustrative al foglio 118")

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.

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.

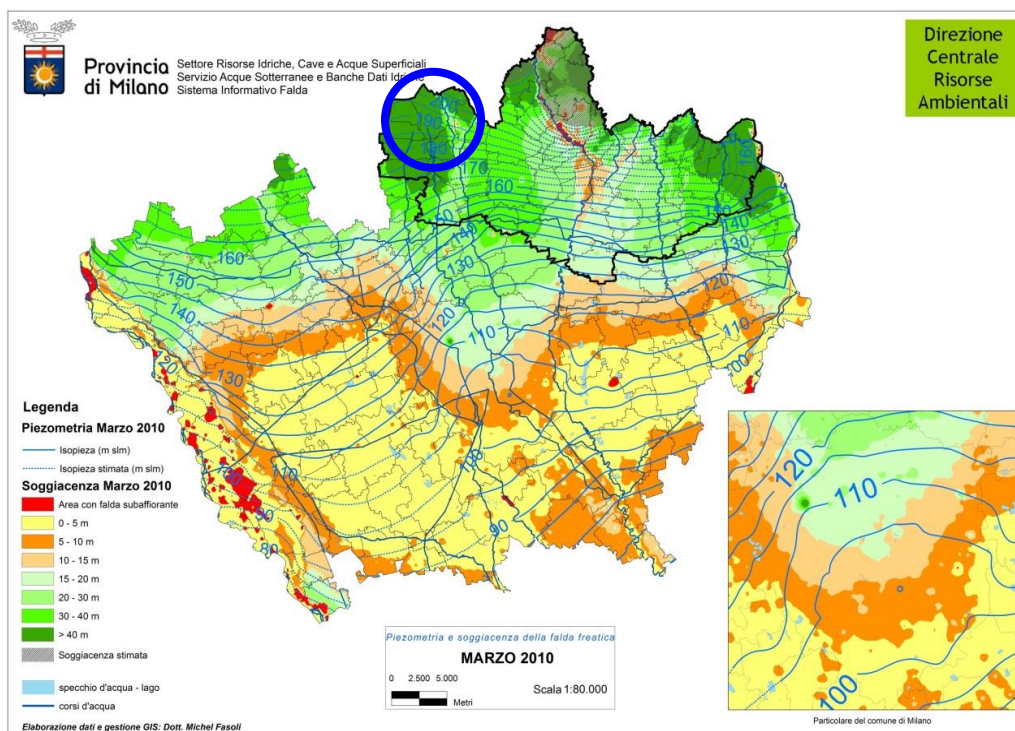


Fig. 16: Carta delle piezometrie e delle soggiacenze medie per il marzo 2010 (fonte: Prov. di Milano)

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 piezometrici a livello Comunale sono stati ripresi nella carta idrogeologica allegata al presente progetto (vedi elaborato D.2.2).

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.

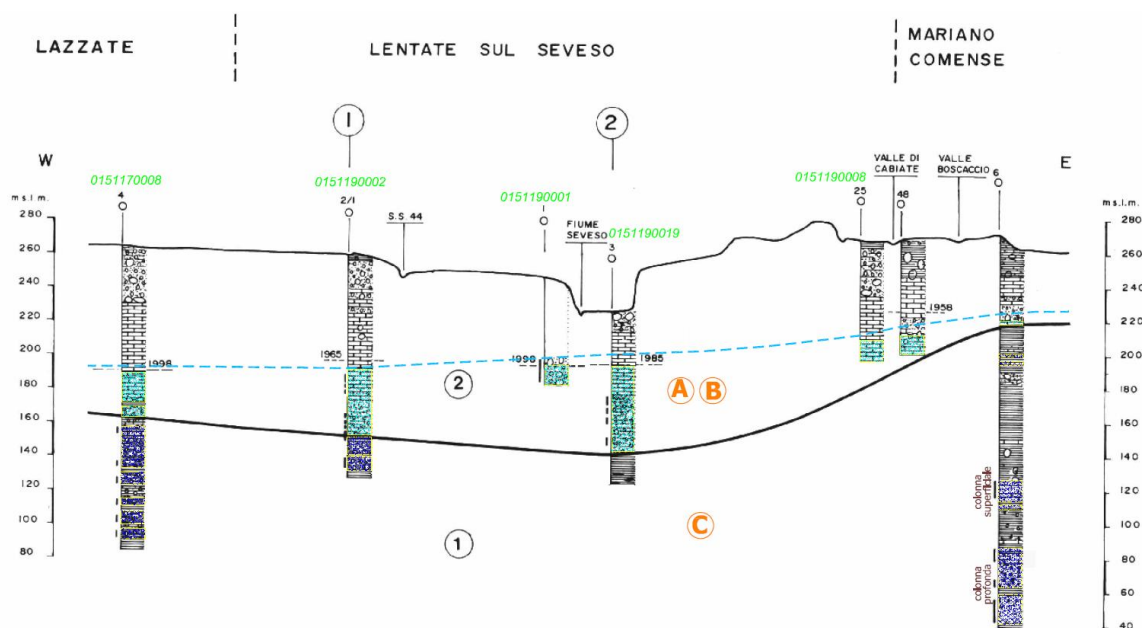


Fig. 17: Sezione idrogeologica W-E attraverso il territorio di Lentate, con individuazione delle principali unità idrogeologiche (tratta da: “Studio geologico di supporto al PGT” – Studio Idrogeotecnico associato – tavola 3)

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

La fig. 17 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 MODELLO IDROGEOLOGICO TRIDIMENSIONALE DEL SOTTOSUOLO

Il modello idrogeologico tridimensionale del sottosuolo è stato elaborato sulla base dei dati sopra esposti (figura 18) al fine di evidenziare le variazioni delle geometrie dei principali corpi geologici acquitardi o sede di acquifero.

La modellazione è stata effettuata sempre con software specialistico di modellazione idrogeologica Leapfrog Hydro, utilizzando i dati geologici già inseriti per il modello specifico ed implementandoli con tutti i dati idrogeologici.

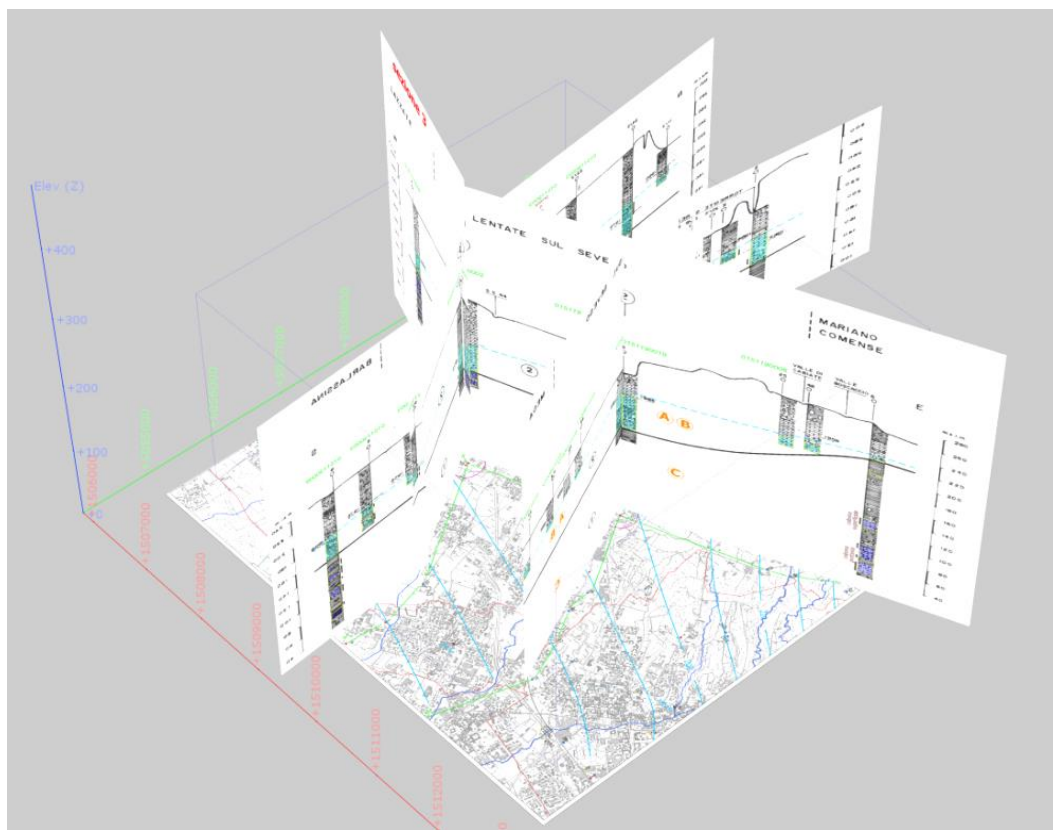


Figura 18: Dati di base per la costruzione del modello idrogeologico tridimensionale (sezioni idrogeologiche e superfici piezometriche tratte da: “Studio geologico di supporto al PGT” – Studio idrogeotecnico associato – tavole 2 e 3)

In particolare, in accordo con le sezioni di fig. 17 e 18, sono state riconosciute e cartografate le seguenti unità dalla più profonda alla più recente (figure 19-20):

- sabbie del gruppo acquifero C, sede di acquifero (Pliocene)
- argille del gruppo acquifero C, livello acquitardo al tetto di C (Pliocene)
- sabbie argille e ghiaie alla base dei gruppo A+B (Plio-Pleistocene)
- conglomerati del gruppo A+B, corrispondenti al Ceppo s.l. (Plio-Pleistocene)
- ghiaie sabbie e argille del gruppo A+B, corrispondenti ai depositi fluviali e fluvio-glaciali prevalentemente dal Pleistocene medio all’Olocene.

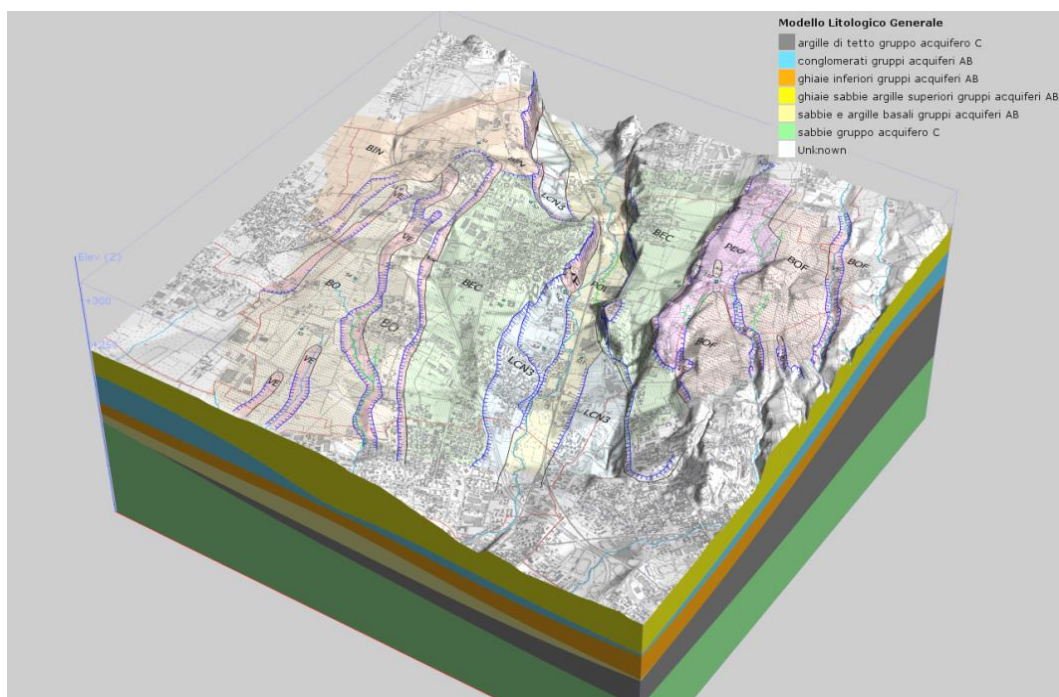


Figura 19: Modello idrogeologico di sottosuolo. In superficie è sovrapposta la carta geologica

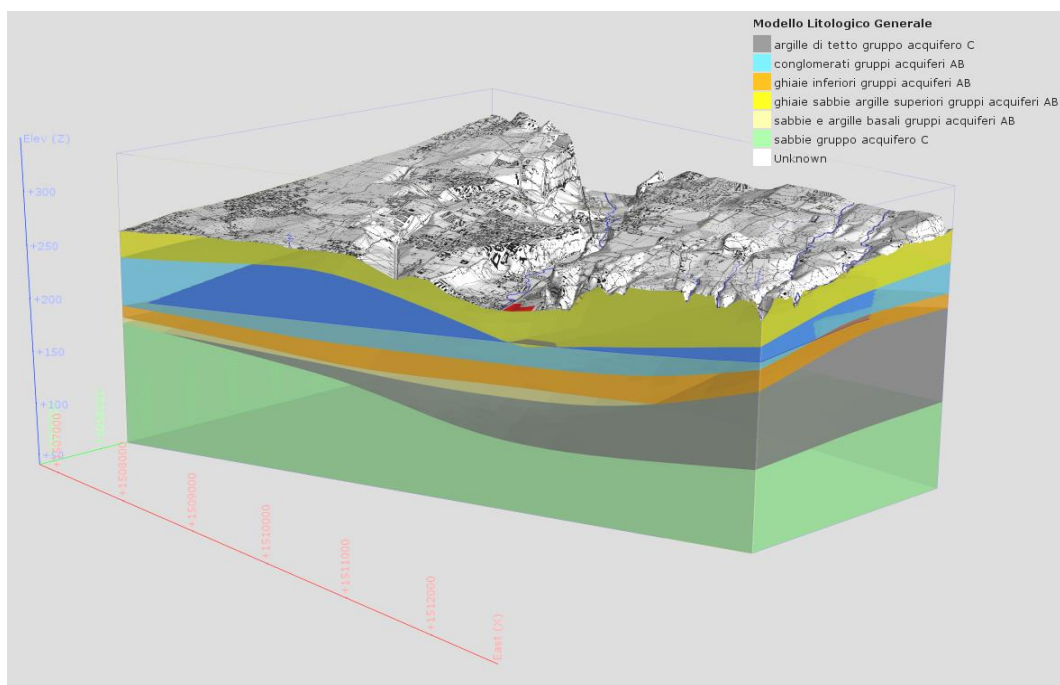


Figura 20: Taglio del modello idrogeologico e della superficie freatica (in blu) in corrispondenza della vasca di laminazione (evidenziata in rosso).

Nel modello litologico generale che ne è derivato è stata ricostruita la superficie freatica corrispondente alle misurazioni di giugno 2009 (figura 20 – in blu).

Si evidenzia il fatto che la superficie freatica si trova, per lo più, all'interno dell'unità dei conglomerati (Ceppo s.l., in azzurro su carta geologica di superficie), intersecando solo localmente i depositi ghiaiosi delle unità più recenti (in giallo) e i depositi sabbiosi e ghiaiosi alla base del gruppo A+B.

Il modello è poi stato utilizzato per le analisi idrogeologiche di dettaglio, relative alle variazioni ed alle oscillazioni della falda stessa nel tempo ed alle sue possibili interferenze con le opere di progetto.

4.4 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.

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.

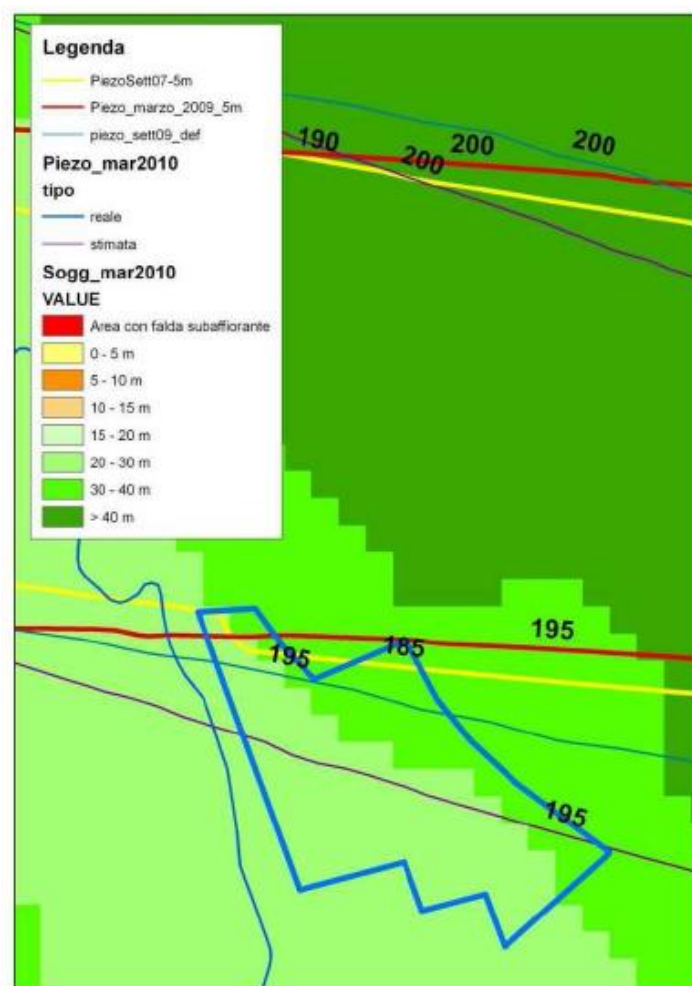


Fig. 21: Stralcio di dettaglio della carta delle piezometrie e delle soggiacenze medie per il marzo 2010, in raffronto al settembre 2007 ed al marzo 2009 (fonte: Provincia di Milano)

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.

Una valutazione analoga dei livelli freatici, con una quota di circa 195 m. s.l.m. nella zona della vasca, è contenuta anche nella carta idrogeologica dello studio della componente geologica del PGT di Lentate

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 2008, seguito poi da una importante fase di risalita della falda, con alcuni periodi di stazionarietà.

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.

I grafici seguenti mostrano la situazione descritta nel territorio di Barlassina, nei pressi dell'area di intervento.

I dati di soggiacenza della falda nei pressi del pozzo potabile cod. 2 sono disponibili fino al 2009 ed evidenziano i trend e le variazioni sopra descritti.

ANDAMENTO DELLE QUOTE PIEZOMETRICHE cod. 2 - COMUNE DI BARLASSINA
(Dal 1980 al 2009) Fonte dati: Amiacque s.r.l. - Milano; Elaborazione dati: Studio Idrogeotecnico Applicato S.a.S. - Milano

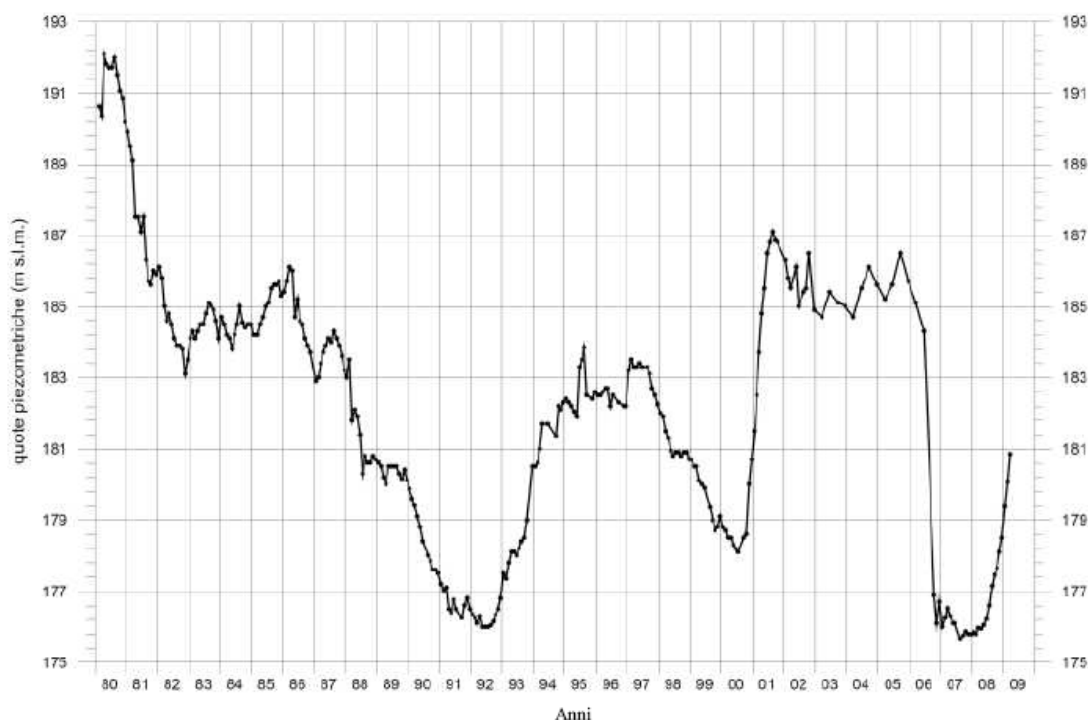


Fig. 22: Andamento delle quote piezometriche nel pozzo cod. 2 a Barlassina (tratto da “Studio della componente geologica del Comune di Lentate s/s” – Studio Idrogeotecnico)

Per poter visualizzare l'andamento della piezometria successivamente al 2009 è necessario fare riferimento ai dati disponibili sul SIA della Città Metropolitana di Milano riferiti al Comune di Bollate.

SOGGIACENZA POZZO POTABILE cod. 0150270001 - COMUNE DI BOLLATE
(Dal 1975 al 2014) Fonte dati: SIA della Città Metropolitana di Milano

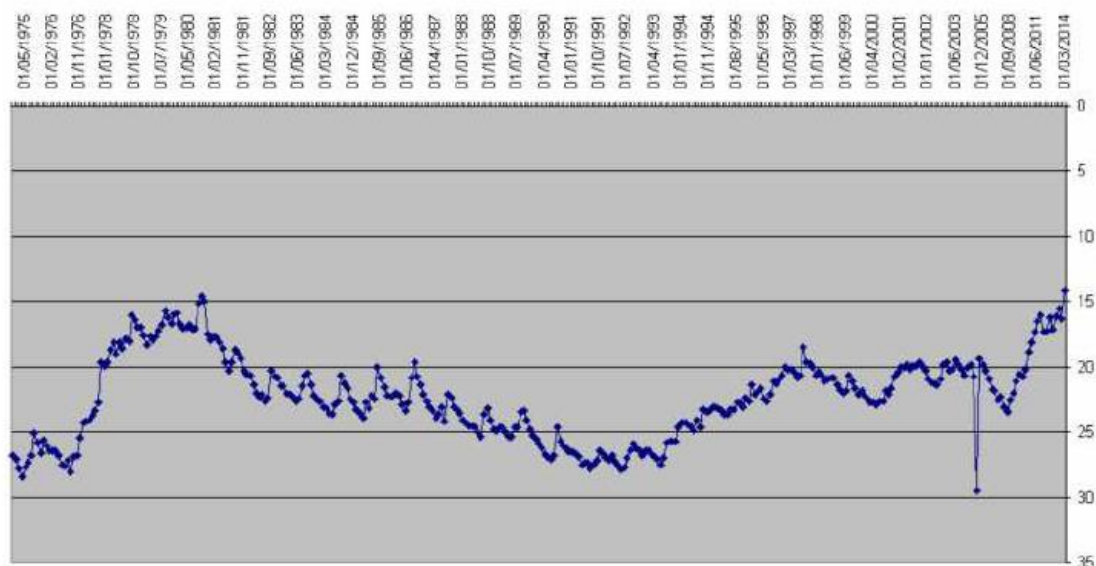


Fig. 23: Andamento delle quote piezometriche nel pozzo cod. 0150270001 a Bollate

Il grafico consente di cogliere l'innalzamento tra il 2009 ed il 2014.

In relazione all'andamento della falda negli ultimi anni è possibile fare riferimento alle misure effettuate dagli Scriventi presso il piezometro di Senago, nell'ambito del progetto di realizzazione della vasca di laminazione sul fiume Seveso.

In base alle misure effettuate la falda ha raggiunto la massima risalita verso la fine dell'estate del 2015 (agosto – settembre), per poi tornare ad abbassarsi negli ultimi mesi dell'anno.

In generale tra il 2009-2010 ed il 2014-2015 è possibile stimare un innalzamento della falda dell'ordine di 5,0-5,5 metri, con una tendenza, alla fine del 2015, ad un abbassamento.

4.5 PIEZOMETRIA PRESSO L'AREA DI LAMINAZIONE IN SCAVO

In relazione alla problematica della realizzazione dell'area di laminazione in scavo nel territorio di Lentate sul Seveso è possibile partire dall'andamento e dalle quote della superficie piezometrica del giugno 2009 (dato dello studio geologico, analogo ai dati del 2010 del SIA di Milano), che si assestano ad una quota di circa 195 m. s.l.m nell'area di intervento.

Sulla base di questi dati, considerando che il fondo vasca è previsto a quota 201,80 m. s.l.m., vi sarebbe un franco di circa 6-7 metri dal fondo della vasca stessa (Fig. 24-25).

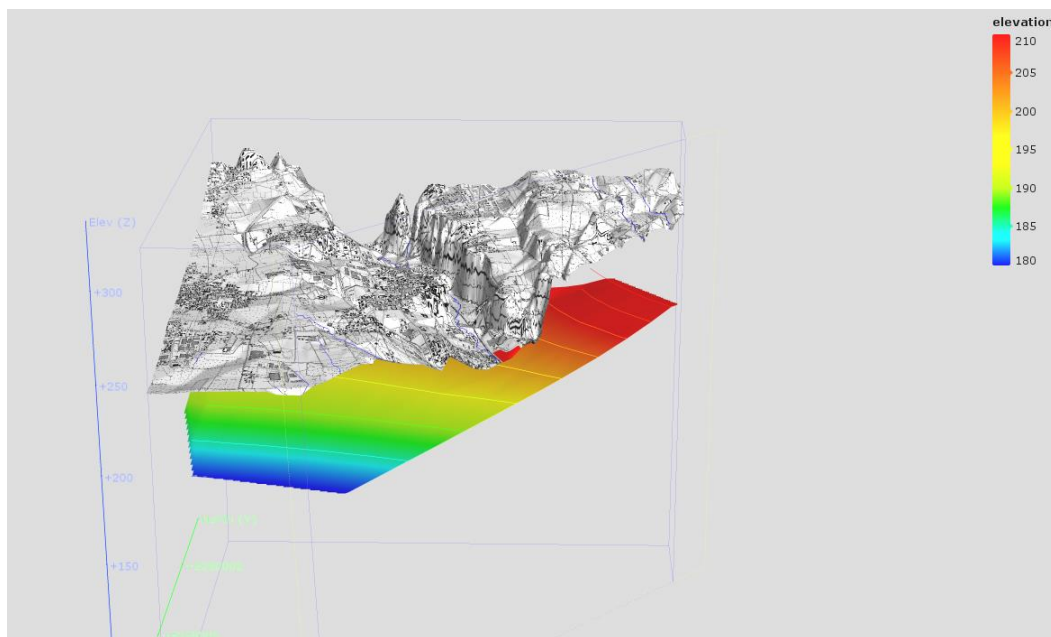


Figura 24: Andamento della superficie di falda (giugno 2009) rispetto alla superficie topografica; al di sotto della vasca la quota piezometrica è di circa 195 m slm.

L'immagine seguente è sempre basata sui dati della falda del 2015 ma consente un maggior dettaglio sull'area della vasca, con l'utilizzo del DEM di dettaglio della topografia, con l'inserimento della vasca di progetto.

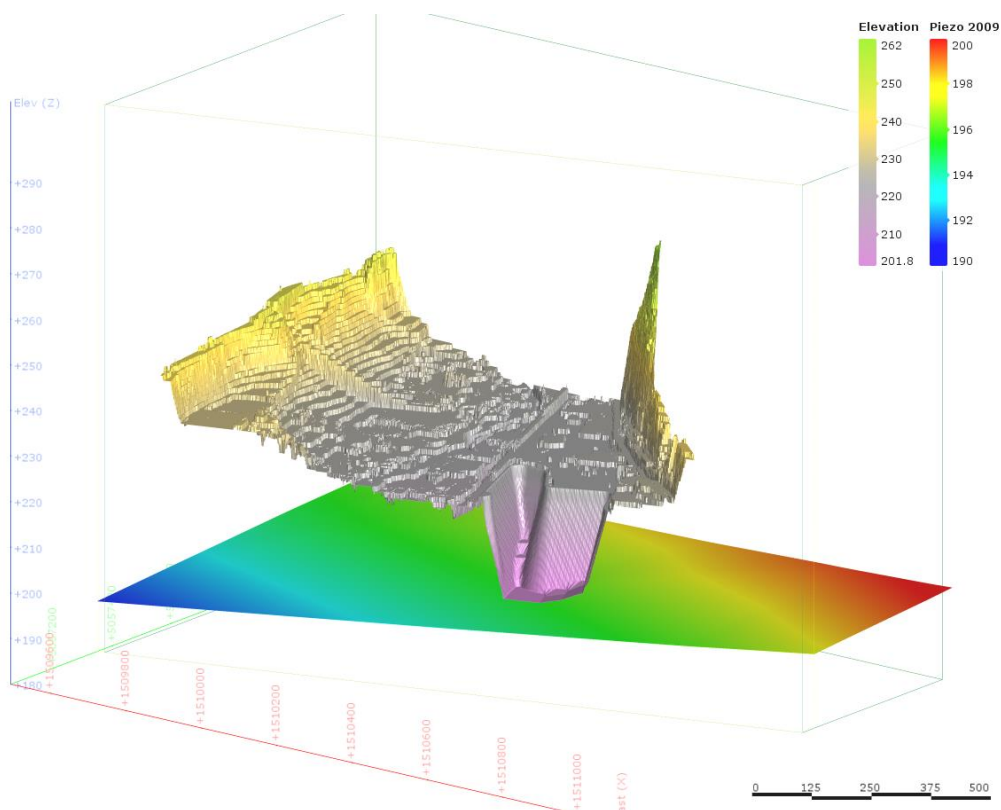


Figura 25: Andamento della superficie di falda (giugno 2009) rispetto alla vasca; al di sotto della vasca la quota piezometrica è di circa 195 m slm. mentre il fondo vasca è a quota 201.80 m. slm.

E' però da considerare che la falda, dopo tale data, ha subito ulteriori innalzamenti anche significativi nell'alta pianura (anche dell'ordine di 5,0-5,5 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.2.4) di circa 21 metri da p.c. (in genere la fine dell'estate è il periodo di massima risalita della falda per effetto dell'irrigazione dei campi).

La quota piezometrica assoluta raggiunti 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.

Rispetto alla superficie piezometria del giugno 2009 è quindi possibile valutare un massimo innalzamento, all'agosto 2015, di circa 5 metri.

L'immagine seguente (fig. 26) è relativa alla simulazione del sollevamento della falda di 5 metri rispetto alla superficie di giugno 2009.

La falda si trova, al minimo, circa 2 metri dal fondo della vasca.

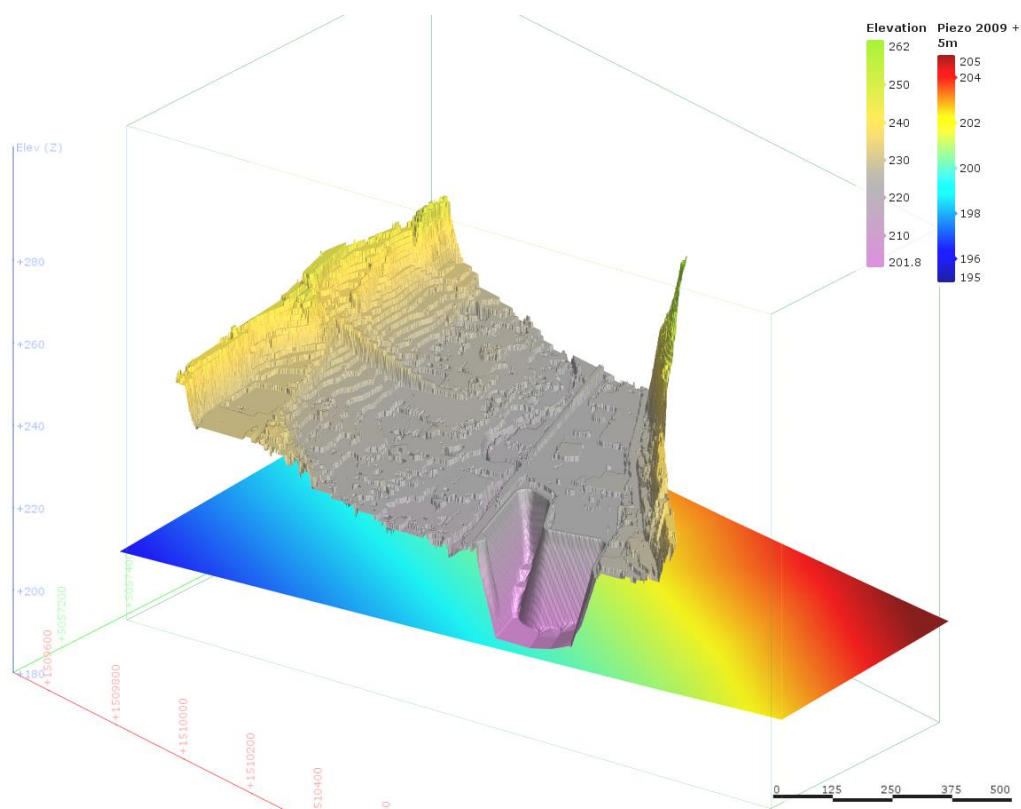


Figura 26: Simulazione dell'andamento della superficie di falda dall'agosto 2015 (quota del giugno 2009 + 5 m) rispetto alla vasca; al di sotto della vasca la quota piezometrica è di circa 200 m slm. mentre il fondo vasca è a quota 201.80 m. slm.

L'immagine seguente mostra una sezione nei pressi della vasca di progetto con l'andamento della superficie piezometriche del giugno 2009 e della simulazione dell'agosto 2015.

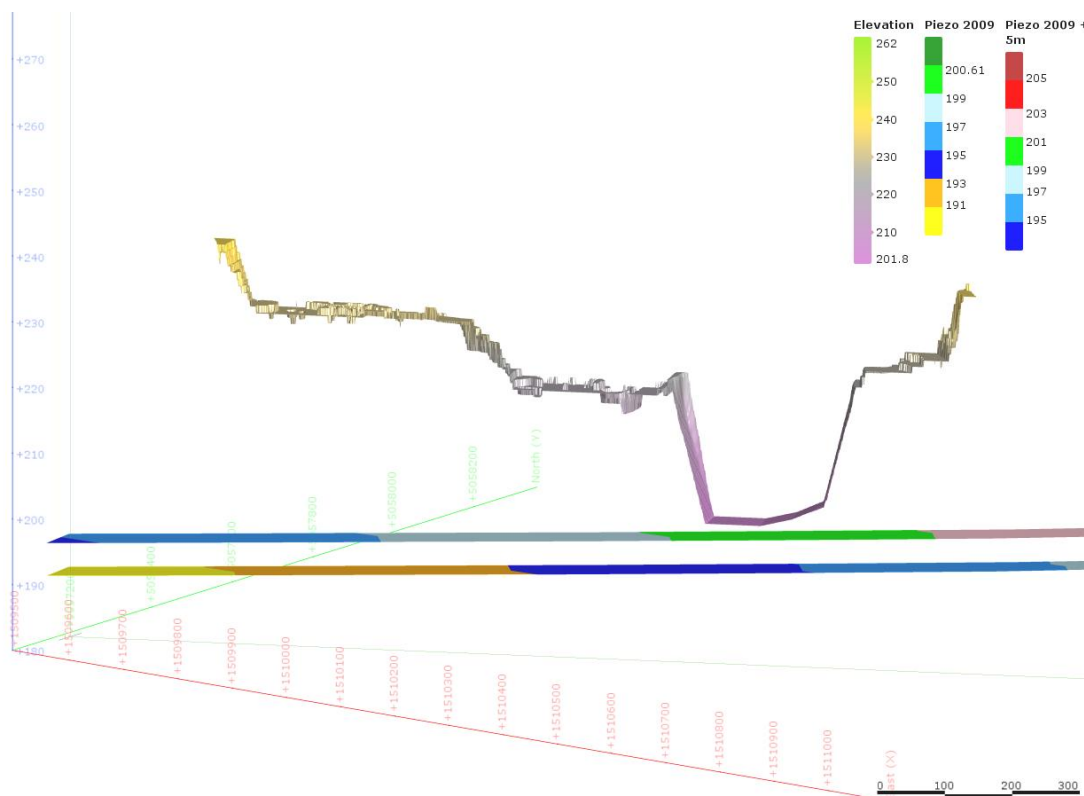


Figura 27: Sezione nei pressi della vasca di progetto con inserimento dell'andamento della superficie piezometrica del giugno 2009 (superficie inferiore – colorazione blu presso la vasca – quota circa 195 m s.l.m.) e la falda dall'agosto 2015 (superficie superiore – colorazione verde presso la vasca – quota di circa 200 m s.l.m.).

La successiva misura piezometrica effettuata nel dicembre 2015 ha registrato un abbassamento dell'ordine di 1,5 metri rispetto alla massima risalita della falda misurata nell'agosto 2015.

L'altezza di falda misurata a dicembre si pone all'interno delle altre due, con una franco dal fondo finito della vasca di circa 3-3,5 metri.

Considerando anche le attività di scavo necessarie alla realizzazione del pacchetto di impermeabilizzazione ed appesantimento del fondo (circa 1,5 metri), in relazione alla massima risalita di agosto, non vi sarebbero state interferenze dirette, nemmeno durante i lavori.

Con il successivo abbassamento invernale la situazione è ulteriormente migliorata, con un aumento del franco di sicurezza, ma sempre su valori esigui (1-2 metri).

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 nel prossimo grado progettuale e durante tutto l'iter di approvazione e valutazione.

E' inoltre fondamentale prevedere una serie di accorgimenti a tutela dell'opera e della falda, nel tempo, come meglio descritti in seguito.

5.0 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° 10-11-12 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 e di Meda 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;
- i pozzi utilizzati a scopo potabile più vicini alla zona di intervento sono i pozzi cod. 1-2-3 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 di Lentate sul Seveso e di Barlassina lo stato di attività, la profondità massima e la quota dei filtri (per la localizzazione è necessario fare riferimento alla tavola D.2.2).

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 Piazza Cavour		74,80	Da 55 a 73		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) (vedi tav. D.2.2. per lo schema dei pozzi 1-2-3 BA).

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

6.0 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

6.1 QUADRO COMPLESSIVO DELLA 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

La valutazione considera le concentrazioni di 7 parametri di base: conducibilità elettrica, cloruri, solfati, nitrati, ferro, manganese, ammoniaca e di una serie di parametri addizionali, quali inquinanti organici ed inorganici.

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

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.

Nello specifico lo studio indica uno SCAS di classe 4 dal 2010 al 2012 sia per i nitrati che per il tricloroetilene.

6.2 QUALITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE DEI POZZI POTABILI

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.

Si rammenta che 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:

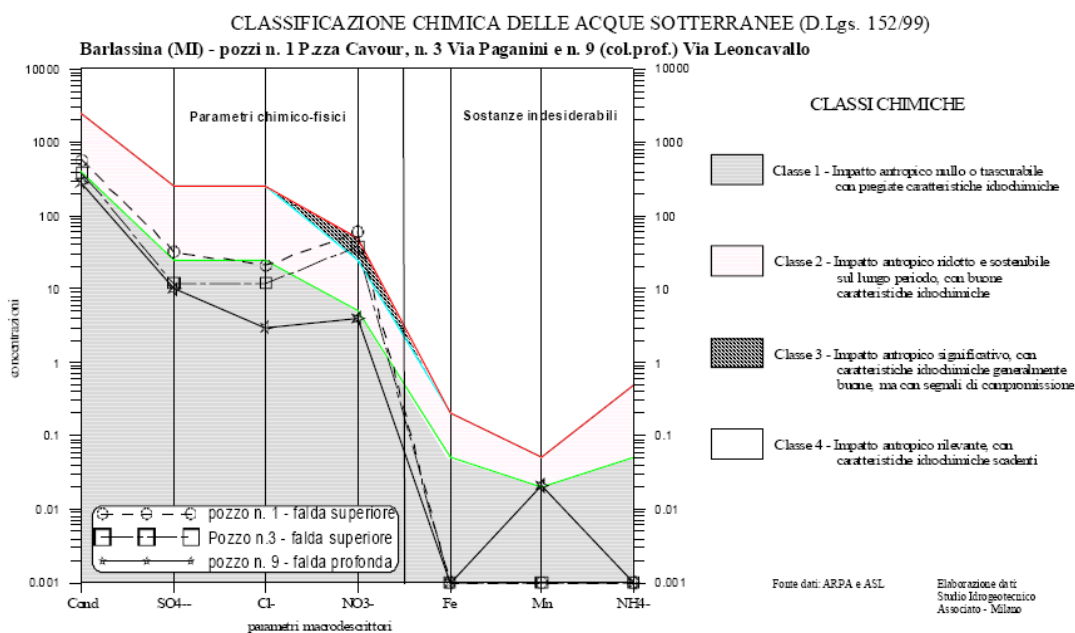


Fig. 28: Classificazione chimica delle acque sotterranee (D. Lsg. 152/06) dei pozzi potabili di Barlassina in acquifero superiore (fonte: Componente geologica del PGT – dr. Efrem Ghezzi)

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*
- 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.

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, la vasca di laminazione, stante l'esigua distanza dalla falda stessa e la permeabilità dei terreni interessati, sarà integralmente impermeabilizzata con un telo di bentonite per tutto il suo sviluppo, al fine di separare i due sistemi idrogeologici: acque invase ed acque sotterranee.

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

Nei paragrafi 4.4 e 4.5 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 5 metri in queste zone;
- La misura diretta effettuata nel piezometro nell'agosto 2015 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.
- La successiva misura piezometrica effettuata nel dicembre 2015 ha registrato un abbassamento dell'ordine di 1,5 metri rispetto alla massima risalita della falda misurata nell'agosto 2015.

Per la simulazione delle possibili interferenze tra la falda e la vasca è stata effettuata una simulazione con l'innalzamento di 5 metri della superficie freatica di riferimento (giugno 2009), in modo di portare le quote nelle zone della vasca analoghe a quelle misurate nel piezometro (vedi par. 4.5).

In queste condizioni di massima risalita vi è una distanza minima di circa due metri tra il fondo finito della vasca (quota 201.80 m. s.l.m.) e la piezometria (200 m. s.l.m. nella porzione nord dell'area).

Considerando anche le attività di scavo necessarie alla realizzazione del pacchetto di impermeabilizzazione ed appesantimento del fondo (circa 1,5 metri), in relazione alla massima risalita di agosto, non vi sarebbero state interferenze dirette, nemmeno durante i lavori.

Con il successivo abbassamento invernale la situazione è ulteriormente migliorata, con un aumento del franco di sicurezza, ma sempre su valori esigui (1,5-2,0 metri).

Sicuramente i livelli della falda dovranno essere verificati in tutte le fasi progettuali e durante l'iter autorizzativo, per monitorare l'evolversi della situazione.

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

Questa situazione implica la necessità di una serie di interventi, soprattutto a tutela del corretto funzionamento 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 della vasca 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.

7.1 IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA VASCA

Per il funzionamento a regime si pongono due elementi fondamentali:

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

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 della vasca 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 massimo della falda registrato nell'agosto 2015 (livello che successivamente, con le misure del dicembre 2015, si è abbassato di circa 1,5 metri) 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.

Per questo è fondamentale un costante controllo dei livelli piezometrici per tutte le fasi autorizzative dell'intervento.

7.2 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 dalla vasca.

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 della vasca 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 la vasca sostanzialmente neutra 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.

8.0 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 della vasca.

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 alla vasca.

Nello specifico sono stati previsti *quattro piezometri (vedi tav. D.2.9): 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 vasca) 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

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 dalla regione Lombardia nella relazione della "Fase preliminare di consultazione per la definizione dei contenuti del SIA" del 16/01/2015 precisamente:

Monitoraggio quantitativo (livelli di falda):

- cadenza almeno mensile, da infittire a settimanale durante il primo anno di esercizio della vasca;

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, con l'esecuzione di almeno un campionamento a fine estate / inizio autunno;
- n° 3 campionamenti all'anno per gli anni successivi al primo.

Parametri da ricercare:

- Analisi: TOC, torbidità, cloruri, solfati, ammoniaca, nitrati, nitriti, metalli (Hg, As, Cd, Cr tot., Cr VI, Fe, Ni, Pb, Cu, Mn, Zn, Al), tensioattivi anionici e non ionici, idrocarburi totali con n-esano, antiparassitari, composti organoalogenati, BTEX;
- 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 della vasca).

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.: 	<i>Studio Associato di Geologia Spada</i>		Consulenti: 	
---	--	---	--	--	---

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

Milano, gennaio 2016

I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA

Dott. Geol. Mario Spada