

EDISON S.p.A.
Strada Zuino Sud, 1200 – Torviscosa (UD)
REALIZZAZIONE POZZI DI EMUNGIMENTO PER USO INDUSTRIALE
Relazione geologica - idrogeologica



Dott. Geol. Andreoli Roberto

Ottobre 2023



Sommario

1. PREMESSA	3
Pozzi esistenti – Area Caffaro SpA.....	3
Fonti bibliografiche	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3. PROGETTO EDISON	6
Glossario.....	7
Caratteristiche del sito	8
Approvvigionamenti idrici	8
Modifica delle portate estratte – Stabilimento Caffaro	8
4. INQUADRAMENTO FISIOGRAFICO, MORFOLOGICO, IDROGRAFICO E GEOLOGICO	9
5. MODELLO IDROGEOLOGICO CONCETTUALE	14
6. VINCOLISTICA	24
Rete natura 2000.....	24
Piano di Gestione Rischio Alluvioni	25
7. CONCLUSIONI	27
8. ALLEGATI.....	30



1. PREMESSA

La presente relazione geologica-idrogeologica è relativa al progetto di terebrazione di n° 4 pozzi, nel terreno di proprietà della Centrale Edison – Torviscosa per una portata complessiva massima richiesta pari a 1000 mc/h (circa 280 l/sec):

EDISON S.p.A.

Gestione Termoelettrica

Centrale di Torviscosa (UD)

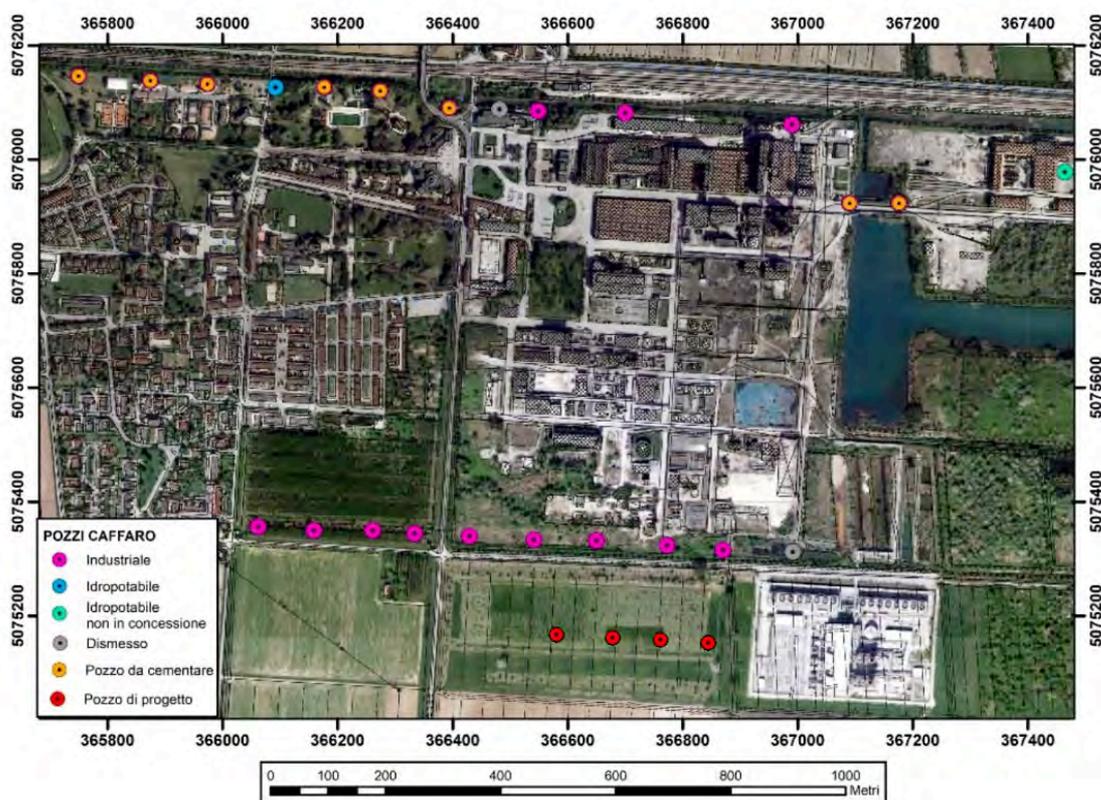
marco.checco@edison.it

041 2911234

Pozzi esistenti – Area Caffaro SpA

Linea Nord - 12 pozzi, allineati lungo un asse est-ovest, distribuiti su una distanza complessiva di circa 1550 metri. Alcuni sono in funzione dal 1938. La profondità media dei pozzi è di circa 100 metri dal p.c. Al di fuori di questa linea principale è presente il pozzo n° 14 posizionato ad est.

Linea Sud - 9 pozzi allineati lungo un asse est-ovest, distribuiti su una distanza complessiva di circa 900 metri. Sono in funzione dal 1961. La profondità dei pozzi è variabile tra 92 m da p.c. e 200 m da p.c.





Dott. Geol. Roberto Andreoli

Ordine dei Geologi Regione del Veneto N° 617

rob.andreoli@gmail.com +39 335 7592810 Mobile

Via Ceresolo, 16/A - 45100 Rovigo (ROVIGO)

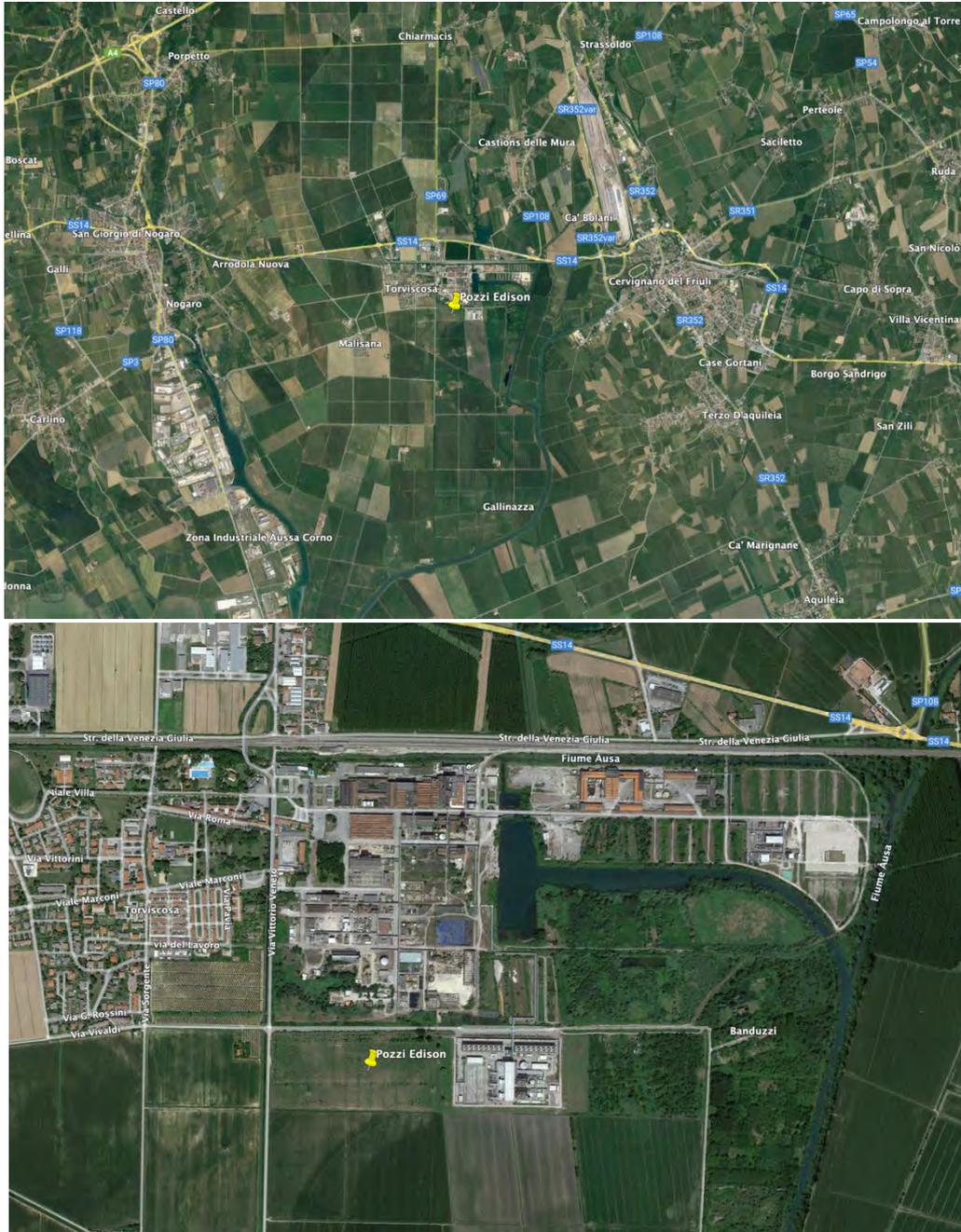
C.F. NDR RRT 72T20 H620G - P.Iva: 01522180296

Fonti bibliografiche

- Piano Regionale di Tutela delle Acque – Regione Friuli Venezia Giulia
- L.R. 29/04/2015, n. 11 (disciplina difesa del suolo e utilizzazione acque)
- Dd 29/12/2016 n. 2632 (Direttive per la modalità di quantificazione dei volumi ad uso irriguo)
- Relazione idrogeologica Caffaro S.p.A. (Studio Geotecnico Italiano – 2003)
- Carte delle ispieze degli acquiferi FVG (Martelli G., Granati C., Roda C., 2007)
- Caratteristiche idrogeologiche dei sistemi di acquiferi confinati della “Bassa Pianura Friulana” (Zini L., Calligaris C., Treu F., Iervolino D., Lippi F., 2011)
- Risorse idriche sotterranee del Friuli Venezia Giulia: sostenibilità dell’attuale utilizzo” (Zini L., Calligaris C., Treu F., Iervolino D., Lippi F., 2011).
- Rete natura 2000
Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell’Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali



2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



Inquadramento da foto aeree (fonte Google Earth)

L'area oggetto di studio/intervento si colloca all'interno del territorio comunale di Torviscosa (UD) e, dal punto di vista cartografico, ricade nell'elemento 1:5000 denominata 087163 – Malisana, nel sistema di inquadramento RDN2008TM33 scelto dalla regione Friuli Venezia Giulia.



3. PROGETTO EDISON

La Centrale termoelettrica Edison di Torviscosa (UD), alimentata esclusivamente a gas naturale, è del tipo a ciclo combinato (CCGT) con cogenerazione di energia elettrica e termica, avente potenza elettrica lorda, in assetto di pura condensazione, pari a circa 856 MWe alle condizioni ISO (15°C, 1013 mbar, 60% U.R.) e potenza termica in ingresso pari a circa 1473 MWt, sempre alle condizioni ISO.

L'attività di cogenerazione è a servizio dello stabilimento Caffaro, al quale la Centrale cede circa 50 t/h di vapore a media e bassa pressione senza restituzione delle condense.

È presente inoltre una caldaia ausiliaria, GVA, alimentata anch'essa a gas naturale, per la fornitura di vapore e autoconsumi in caso di fermata dei gruppi di produzione.

L'energia elettrica prodotta al netto degli autoconsumi è completamente immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

L'impianto è composto da due linee parallele costituite da una turbina a gas (TG) e un generatore di vapore a recupero (GVR) ciascuna, un'unica turbina a vapore (TV) a condensazione, con estrazione regolata e riammissione di vapore, un condensatore raffreddato ad acqua e tre alternatori dedicati a ciascuna turbina.

Il ciclo vapore si chiude con un condensatore raffreddato con una torre di raffreddamento ad umido di tipologia wet & dry. La gestione della chimica dell'acqua di torre è ottimizzata per ridurre al minimo lo spurgo, in quanto il reintegro al circuito rappresenta il maggiore consumo di acqua della centrale.

L'approvvigionamento idrico dell'impianto è garantito dalla fornitura di acqua di pozzo dall'adiacente stabilimento chimico di proprietà di Caffaro Industrie:

- Fino a 600 m³/h di acqua di secondo ciclo prelevata dalla vasca Pozzi Sud. Tale flusso si configura a tutti gli effetti come un riutilizzo, in quanto come dice il termine "secondo ciclo", il flusso di acqua è già stato utilizzato dallo stabilimento chimico;
- Fino a 400 m³/h di acqua di primo ciclo prelevata dalla vasca Pozzi Nord.

Attualmente le industrie del polo e il comune di Torviscosa si approvvigionano tutti dai pozzi di proprietà Caffaro.

Rispetto ai prelievi autorizzati, molte delle realtà hanno ridotto i propri consumi fino a portare alla situazione di avere un emungimento maggiore del consumo. Negli anni sono stati realizzati interventi, in particolare sulla vasca dei Pozzi Nord, volti a ridurre la portata emunta ma a tutt'ora sussistono condizioni non ottimali.

A ciò si aggiunge il fatto che l'infrastruttura asservita ai Pozzi Nord mostra segni evidenti di usura e i soggetti interessati hanno più volte mostrato l'intenzione di procedere con la dismissione piuttosto che con il ripristino.

Il progetto che si va a proporre prevede la realizzazione di nuovi pozzi dedicati all'alimentazione della sola centrale termoelettrica di Torviscosa e va quindi ad inquadrarsi in un più ampio lavoro di razionalizzazione dei prelievi idrici del polo industriale di Torviscosa.



I nuovi pozzi saranno realizzati su terreno di proprietà di Edison Spa per una profondità massima pari a circa 100m da p.c. e portata massima pari a quella attuale di 1.000 mc/h, fermo restando l'impegno di Edison di proseguire a dare priorità all'utilizzo dell'acqua di secondo ciclo per la portata autorizzata di 600 mc/h.

In quest'ottica, fintanto che sarà disponibile acqua di secondo ciclo dai Pozzi Sud, Edison limiterà il prelievo massimo dai nuovi pozzi a 400 mc/h come da autorizzazione in vigore per l'acqua di primo ciclo dai Pozzi nord, garantendo nei fatti il mantenimento dello stato di fatto rispetto ai prelievi idrici.

Glossario

AP	=	Alta Pressione
AT	=	Alta Tensione
BP	=	Bassa Pressione
BT	=	Bassa Tensione
C.C.	=	Corpo Cilindrico
CCGT	=	Combined Cycle Gas Turbine (funzionamento della centrale in ciclo combinato)
CTE	=	Centrale Termoelettrica
ICSS	=	Sistema Integrato di Controllo e Sicurezza
DLN	=	Dry Low NOx
FSNL	=	Full speed no load
GIS	=	Gas Insulated Switchgear
GN	=	Gas Naturale
GVA	=	Generatore di Vapore Ausiliario
GVR	=	Generatore di Vapore a Recupero
MP	=	Media Pressione
MT	=	Media Tensione
RH	=	Vapore Riscaldato
RHC	=	Vapore Riscaldato Caldo
RHF	=	Vapore Riscaldato Freddo
RTN	=	Rete di Trasmissione Nazionale
SH	=	Vapore Surriscaldato
TG	=	Turbina a Gas
TV	=	Turbina a Vapore
WCC	=	Water Cooled Condenser (condensatore ad acqua)



Caratteristiche del sito

La centrale sorge in provincia di Udine, in un'area adiacente al lato sud della zona industriale del comune di Torviscosa.

L'elevazione del sito è pari a circa 1,5 m.s.l.m.; la pressione barometrica di riferimento è 1013 mbar. Ove non diversamente specificato, le prestazioni del ciclo termico ed il dimensionamento delle apparecchiature sono riferite alle seguenti condizioni ambientali:

- temperatura ambiente: 15 °C
- pressione ambiente: 1013 mbar
- umidità relativa: 60 %

La temperatura media del sito è pari a 13°C; mentre le temperature minima e massima di design sono pari a -8°C e 35°C, rispettivamente.

La piovosità media annua del sito di Torviscosa è 1.100 mm.

Approvvigionamenti idrici

Allo stato attuale gli approvvigionamenti idrici della Centrale consistono in:

- acqua grezza ad uso industriale, proveniente dai pozzi di proprietà di Caffaro Industrie;
- acqua per uso domestico, proveniente dalla rete dello stabilimento di Caffaro Industrie.

L'acqua proveniente dai pozzi di Caffaro, distinta in acqua di primo ciclo prelevata dalla vasca Pozzi Nord e acqua di secondo ciclo prelevata dalla vasca Pozzi Sud, viene utilizzata per la quasi totalità per la produzione di acqua demi e per il raffreddamento dei macchinari. La portata massima prelevabile è così definita:

- Fino a 600 m³/h di acqua di secondo ciclo prelevata dalla vasca Pozzi Sud
- Fino a 400 m³/h di acqua di primo ciclo prelevata dalla vasca Pozzi Nord

L'acqua potabile proveniente dall'acquedotto sarà utilizzata per le docce ed i comuni usi civili; da tale rete è prevista anche l'alimentazione delle docce lava occhi dislocate nell'impianto.

Nell'assetto futuro varieranno le fonti di approvvigionamento, mantenendo invariati gli utilizzi.

In particolare, si prevede di realizzare nuovi pozzi di proprietà Edison in grado di coprire l'intero fabbisogno di 1000 m³/h della centrale.

Tuttavia, fintanto che sarà disponibile acqua di secondo ciclo dai Pozzi Sud, Edison limiterà il prelievo massimo a 400 m³/c come da autorizzazione in vigore per l'acqua di primo ciclo dai Pozzi Nord, garantendo nei fatti il mantenimento dello stato di fatto rispetto ai prelievi idrici.

Modifica delle portate estratte – Stabilimento Caffaro

L'impegno, verso la regione, di Caffaro S.p.A., è quello di ridurre il numero dei pozzi della linea Nord, per problematiche legate alle perdite dalle testate dei pozzi e dalle linee di collegamento, nonché dalla minor esigenza idrica dell'impianto. Si progetta quindi di ridurre da 12 a 4 il n° di pozzi nella linea Nord, mantenendo inalterata la configurazione a Sud.



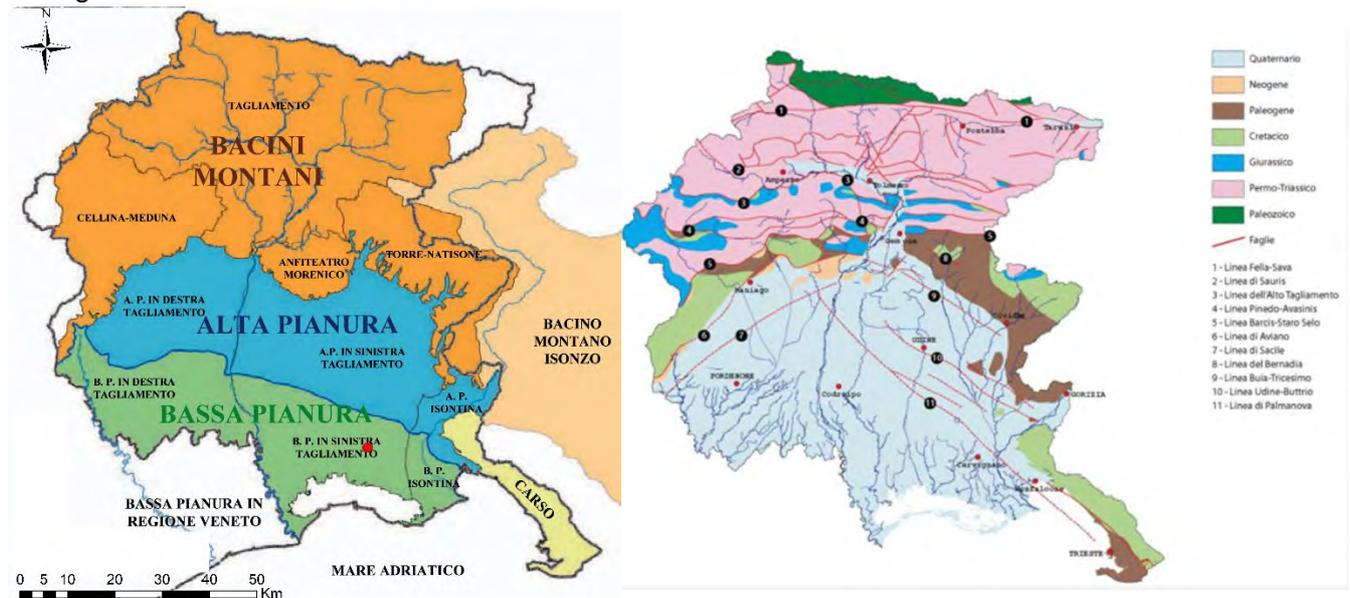
In questo scenario, di futura/imminente riduzione della portata estratta, Edison progetta di realizzare n° 4 pozzi, per una portata complessiva pari a 1000 mc/h ovvero circa 280 l/sec.

Tale progetto, su scala globale, non rappresenta un aumento di portata estratta dalla falda ma una redistribuzione della portata emunta in concessione, ovviamente a favore dell'invarianza idrogeologica.

Per quanto riguarda la disposizione planimetrica, la linea sud Caffaro rimanendo inalterata nella disposizione e composizione, rappresenta una sorta di confine e linea di interferenza con i pozzi di progetto Edison. Per questo motivo è opportuno mantenere la maggior distanza possibile fra l'allineamento dei pozzi Linea Sud e l'allineamento dei pozzi di progetto come evidenziato in Tav. 2 allegata.

4. INQUADRAMENTO FISIOGRAFICO, MORFOLOGICO, IDROGRAFICO E GEOLOGICO

Dal punto di vista fisiografico, i processi deposizionali che si sono verificati nel Quaternario hanno portato ad una suddivisione della "Pianura Friulana" in due domini distinti: l'"Alta Pianura" e la "Bassa Pianura". Il limite superficiale tra i due differenti domini è rappresentato dalla cosiddetta "Fascia delle Risorgive".



Figg. 1 e 2 (suddivisione fisiografica FVG e carta geologica semplificata)

Dal punto di vista geomorfologico, l'"Alta Pianura Friulana" è il risultato della rapida progradazione di un sistema di conoidi alluvionali, dalla caratteristica morfologia a ventaglio, formati nel Pleistocene superiore in seguito alla deposizione dei sedimenti trasportati dalle acque di fusione dei ghiacciai würmiani, caratterizzati da depositi di origine fluvio-glaciale prevalentemente ghiaiosi con valori di conducibilità idraulica anche molto elevati

A sud dell'"Alta Pianura", ovvero oltre il limite meridionale della "Fascia delle Risorgive", si sviluppa la "Bassa Pianura". In essa predominano i sedimenti sabbioso limosi ed argillosi, coevi con quelli più grossolani presenti nell'"Alta Pianura", intercalati e intergditati in modo complesso ed irregolare ad orizzonti ghiaiosi che diventano sempre più rari e profondi man mano che ci si sposta verso Sud. Sono inoltre presenti talvolta estesi orizzonti torbosi. Questi depositi sono in parte di origine fluvio-glaciale e in parte di origine marina, lagunare e palustre dove affiorano nella fascia costiera e



Dott. Geol. Roberto Andreoli

Ordine dei Geologi Regione del Veneto N° 617

rob.andreoli@gmail.com +39 335 7592810 Mobile

Via Ceresolo, 16/A - 45100 Rovigo (ROVIGO)

C.F. NDR RRT 72T20 H620G - P.Iva: 01522180296

circostante le lagune. Allo stesso periodo sono da riferirsi i sedimenti prevalentemente sabbiosi del delta del Tagliamento e dell'Isonzo e delle dune costiere. Essa è caratterizzata in superficie da un vasto reticolo idrografico.

In particolare, l'area d'intervento è ubicata nella porzione centrale della "Bassa Pianura in destra Tagliamento". La fascia delle risorgive dista, in direzione Nord dallo Stabilimento Edison di Torviscosa, rispettivamente circa 6.5 e 7.3 chilometri dalla Linea Nord e Sud dei pozzi Caffaro.

Riguardo l'acclività, l'area oggetto di studio è situata in area pianeggiante, con quote topografiche del piano campagna comprese tra 1 e 3 m s.l.m.m.

Dal punto di vista idrografico, l'area in studio ricade nei bacini a scolo meccanico denominati "Belvat", "Banduzzi" e "Narcinelli", interposti tra i bacini di I ordine dei Fiumi Corno, Ausa e Natissa.

Prima delle bonifiche effettuate in tempi relativamente recenti, l'area risultava di tipo paludoso-acquitrinosa. Il deflusso delle acque superficiali è regolato da una serie di canali e scoli che defluiscono direttamente in laguna o verso collettori principali per defluire successivamente nella vicina laguna di Marano.

Al fine di definire le caratteristiche geologiche del sottosuolo si sono consultate le stratigrafie disponibili, provenienti principalmente dal "Database dei pozzi SITCGT-SITI" della Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia, nonché i dati di posizionamento dei tratti filtranti, ciò allo scopo di individuare al meglio gli orizzonti produttivi. Oltre ai pozzi che risultano attualmente in concessione alla Caffaro, per i quali si disponeva già in buona parte questo tipo di informazioni, nel riquadro di Figura 3 sono riportati ulteriori 19 pozzi con stratigrafia nota e 18 pozzi (6 se si considerano solo i più vicini) con posizionamento dei tratti filtranti conosciuti. Unitamente ai pozzi Caffaro, nell'intorno dell'area in studio si hanno informazioni stratigrafiche fino alla profondità massima di 350 m (12 pozzi con profondità inferiore a 80 m, 20 tra 80 e 105 m, 11 pozzi tra 110 e 120 m, 3 pozzi da 200 m e 1 da 350 m). In tutte le schede stratigrafiche reperite si rinvengono alternanze e mescolanze di sedimenti riferibili ad argille, limi, ghiaie e sabbie ovvero tipici del sottosuolo della "Bassa Pianura Friulana Orientale".

Sebbene le stratigrafie a disposizione non abbiano intercettato il substrato roccioso, da studi bibliografici (che hanno preso in considerazione gli affioramenti pre-quadernari presenti nell'area pedemontana e dati geofisici) è possibile ritenere che il tetto del substrato roccioso pre-quadernario sia costituito dalle Unità terrigene Paleogene (Nicolich R. et al., 2004) e sia posto a una quota di circa -370 metri s.l.m.m. Considerata la quota topografica del sito, lo spessore (isopache) locale dei depositi quadernari, caratterizzati dalle alternanze di materiali fini (acquitardi e acquiclude) e di materiali più grossolani (acquiferi), si ritiene possa raggiungere 375 metri.

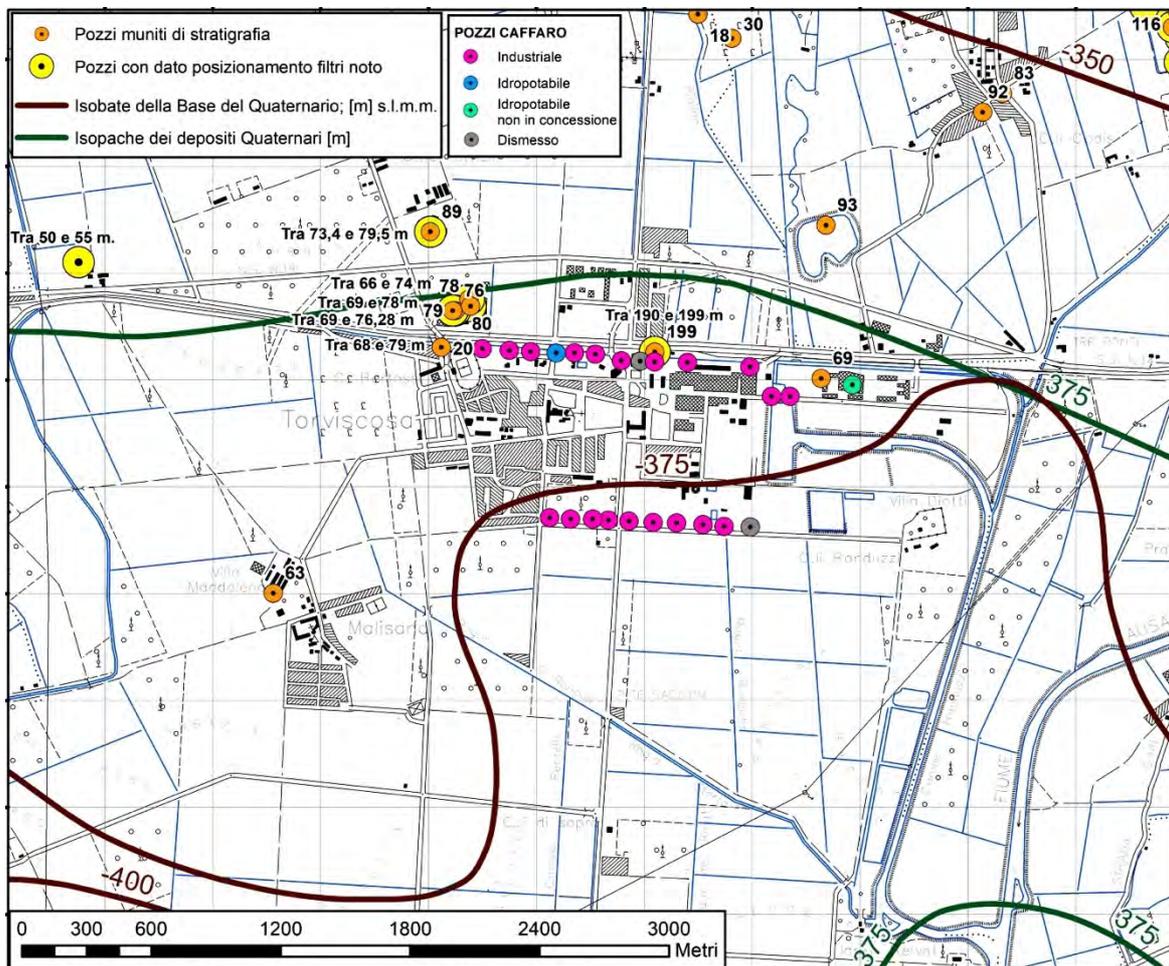


Figura 3 (Pozzi muniti di stratigrafia e pozzi di cui è noto il posizionamento dei tratti filtrati nell'intorno dell'opera di presa; a lato del simbolo del pozzo è indicata la profondità raggiunta dal piano campagna [m] e il posizionamento dei tratti filtranti. I pozzi attualmente in concessione a Caffaro, per i quali si dispongono in buona parte già queste informazioni, sono qui rappresentati per tipologia d'uso.)

Si sono poi ovviamente consultate le stratigrafie e i dati di posizionamento dei tratti filtranti dei pozzi della Linea Nord e Sud Caffaro. Per poter visualizzare con immediatezza la situazione stratigrafica del sottosuolo presente nell'area d'intervento, nelle fig. 4 e 5 sono state riportate le sezioni stratigrafiche (SGI 2003) lungo i pozzi della linea Nord e della linea Sud della Caffaro, rinominati in base alla nomenclatura attuale ed in base all'attuale assetto dei pozzi dopo diverse chiusure operate dallo stabilimento nel corso degli anni. Nelle sezioni alcune differenziazioni granulometriche descritte nelle stratigrafie originali sono state raggruppate in classi granulometriche più generali, al fine di distinguere importanti orizzonti, acquiferi o acquitardi/acquiclude. Si deve inoltre considerare che le stratigrafie a nostra disposizione riportano solamente sintetiche definizioni dei litotipi attraversati, sono infatti state redatte durante l'esecuzione di pozzi per acqua (a distruzione) e non a seguito di sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

Si riporta per completezza, in fig. 6, lo schema di tubaggio dei pozzi della linea sud e Nord di Caffaro, raggruppati in un'unica immagine, in modo da valutarne la mutua interferenza. Si possono osservare gli spessori e le profondità dei tratti di tubo fessurato dei pozzi utilizzati per il prelievo di acqua da parte dello Stabilimento Caffaro di Torviscosa. Si noti come la granulometria di gran lunga prevalente



degli acquiferi attraversati dai pozzi sia quella ghiaiosa, il che giustifica gli elevati valori di permeabilità attesi e le grosse portate prelevate dai pozzi stessi.

La situazione stratigrafica dell'area di Torviscosa dedotta da queste stratigrafie, è rappresentata da una complessa successione di lenti e livelli che si interdigano reciprocamente con passaggi granulometrici sfumati in laterale e differenziazioni nette in verticale.

Tracciando una sezione con profondità fino a circa 220 metri (che corrisponde al limite massimo raggiunto nei pozzi dello stabilimento Caffaro), possiamo distinguere:

- Tra la superficie e circa - 20 m da p.c. un orizzonte prevalentemente sabbioso, localmente ghiaioso con subordinate lenti limoso argillose (Gruppo acquifero freatico)
- Tra circa -20 m e circa - 30 m da p.c. un orizzonte prevalentemente limoso-argilloso con subordinate lenti sabbioso-ghiaiose (Gruppo acquifero A alto, discontinuo)
- Tra circa -35 m e circa - 60 m da p.c. (Gruppo acquifero A)
- Tra circa - 60 m e circa - 100 m da p.c., un complesso costituito da ghiaia, sabbia e localmente da conglomerati (Gruppo acquifero B)
- Tra circa -100 m e circa - 120 m da p.c. si dovrebbe trovare il Gruppo acquifero C che però in talune aree ha granulometria sottile da renderlo scarsamente sfruttabile
- Tra circa - 150 m e circa -160 m da p.c., (Gruppo acquifero D)
- Tra circa -190 m e circa -210 m da p.c. (Gruppo acquifero E)

All'interno degli orizzonti descritti precedentemente sono presenti numerose lenti e livelli granulometricamente difforni dal complesso principale. A causa della loro limitata potenza e continuità, si ritiene che, pur interrompendo localmente l'omogeneità della facies principale, esse abbiano limitata influenza sulle caratteristiche idrogeologiche dell'area, se considerate in una visione complessiva a grande scala.

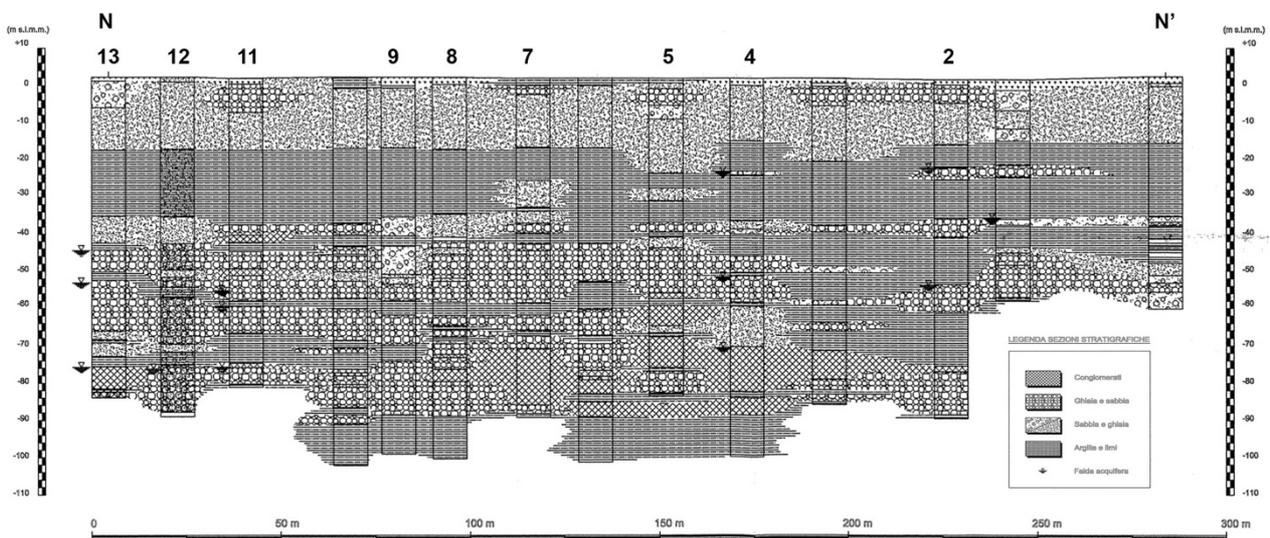


Fig. 4 (sezione stratigrafica Pozzi linea Nord Caffaro)

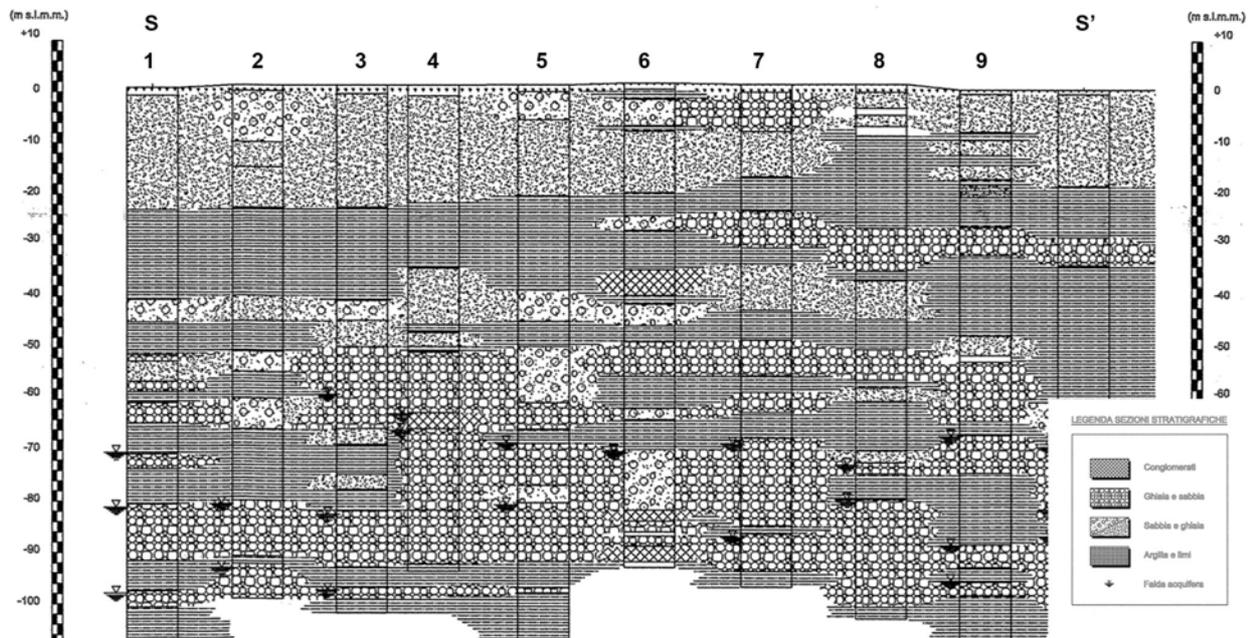


Fig. 5 (sezione stratigrafica Pozzi linea Sud Caffaro)

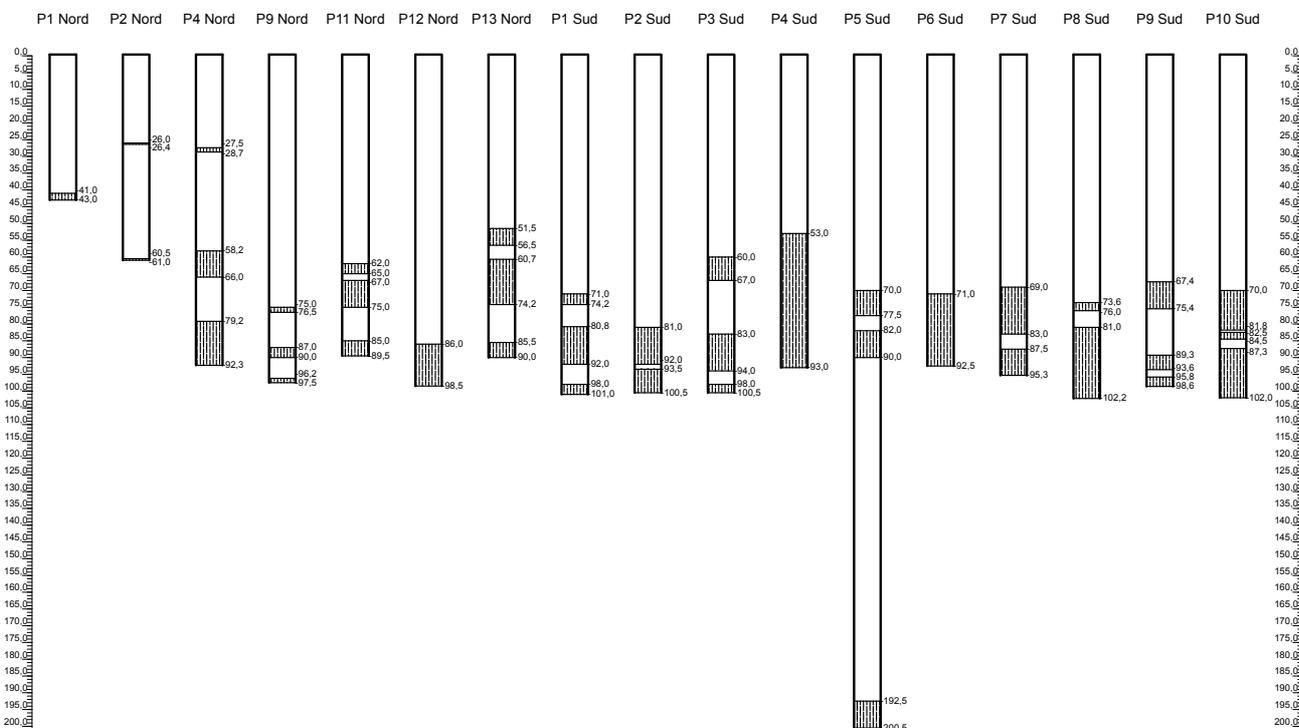


Fig. 6 (profili di tubaggio dei pozzi Caffaro)



5. MODELLO IDROGEOLOGICO CONCETTUALE

Come già esposto, l'area d'intervento è ubicata nella porzione centrale della "Bassa Pianura in destra Tagliamento". "Alta" e "Bassa Pianura" sono due domini idrogeologici contraddistinti da diversa struttura ma interconnessi dal punto di vista dell'idrologia sotterranea.

L' "Alta Pianura" è costituita da sedimenti permeabili a granulometria grossolana ed è sede di una estesa falda freatica alimentata principalmente dall'infiltrazione efficace delle acque meteoriche e dalle perdite in subalveo dei corsi d'acqua allo sbocco in pianura. La notevole permeabilità, associata alla variazione stagionale dell'alimentazione, comporta una instabilità del livello piezometrico della falda freatica. Essa presenta un gradiente idraulico con pendenza variabile, dal 5‰ nella zona a ridosso dei rilievi all'1‰ nella zona subito prospiciente la "Fascia delle Risorgive", con valore medio intorno al 2~3‰.

Verso la parte più meridionale dell' "Alta Pianura", l'insaturo diventa sempre meno esteso e la falda si avvicina al piano campagna sino a venire a giorno nella estesa zona di transizione denominata "Fascia delle Risorgive". Le cause dell'emergenza sono da ricercarsi nella graduale diminuzione della granulometria dei depositi alluvionali in direzione Nord-Sud. La "Fascia delle Risorgive" ha un'ampiezza variabile nello spazio e nel tempo, in funzione delle forzanti meteorologiche che alimentano la falda sotterranea.

Oltre il limite meridionale della "Fascia delle Risorgive" si sviluppa la "Bassa Pianura", caratterizzata in superficie da un vasto reticolo idrografico e da una debole falda freatica a sviluppo discontinuo. Nel sottosuolo, invece, si rinviene un complesso sistema multifalda sviluppato sino al substrato prequaternario. Esso riceve pertanto le acque dal sistema freatico dell' "Alta Pianura" a meno delle portate sfiorate dalla "Fascia delle Risorgive". In questo complesso sistema sono stati identificati numerosi orizzonti ghiaiosi e sabbiosi, con variazioni laterali piuttosto eterogenee, intercalati ad orizzonti sabbioso-pelitici fino ad argillosi che trovano radice già a monte della "Fascia delle Risorgive", interdigitandosi con il sistema freatico dell' "Alta Pianura". Tali depositi sono in parte di origine fluvio-glaciale ed in parte di origine marina, lagunare e palustre. L'alternanza dei livelli permeabili, semi-permeabili ed impermeabili rende possibile riconoscere otto sistemi di acquiferi confinati, variamente ramificati e sviluppati perlopiù in depositi sciolti, che in letteratura sono stati denominati con lettere dell'alfabeto dalla A alla H (Stefanini S. et al., 1978). Esistono infine sistemi di acquiferi ancor più profondi denominati I, L ed M. All'interno del singolo sistema talvolta si rinvencono lenti di depositi impermeabili che, se di una certa estensione, possono conferire ramificazione al sistema stesso.

Il modello idrogeologico concettuale che meglio rappresenta i processi di flusso nel sottosuolo è pertanto rappresentato in fig. 7. Esso, in generale, schematizza la situazione idrogeologica a grande scala della Regione Friuli - Venezia Giulia precedentemente illustrata.

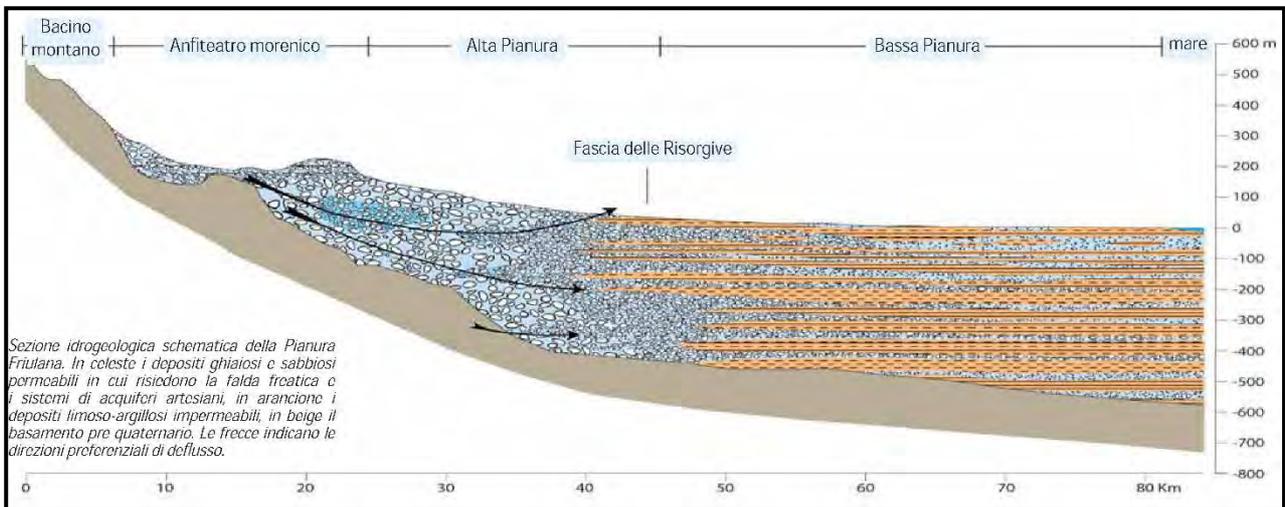


Fig. 7 (sezione idrogeologica schematica nord-sud della "Pianura Friulana"; in celeste i depositi ghiaiosi e sabbiosi permeabili in cui risiedono la falda freatica e i sistemi di acquiferi confinati, in arancione i depositi limoso-argillosi impermeabili, in beige il basamento prequaternario; le frecce indicano le direzioni preferenziali di deflusso idrico sotterraneo – Zini L., Calligaris C., Treu F., Iervolino D., Lippi F., 2011)

Di seguito si descrivono i soli primi tre acquiferi confinati presenti nella "Bassa Pianura Friulana", ovvero quelli denominati con lettere A, B e C e di interesse per le finalità del presente studio.

A scala regionale, il sistema di acquiferi A è pressoché sempre presente ed ha un andamento molto articolato. Si tratta di un sistema contenuto in numerosi orizzonti permeabili, da prevalentemente ghiaiosi a settentrione, fino a ghiaioso-sabbiosi e sabbiosi a meridione, intercalati a livelli argilloso-limosi impermeabili mediamente potenti. I singoli orizzonti permeabili hanno in genere debole potenza, anche se sono stati intercettati spessori maggiori della decina di metri.

Il sistema B è abbastanza continuo ed è contenuto in un intervallo permeabile ghiaioso nelle aree settentrionali della "Bassa Pianura" e sabbioso in quelle meridionali.

Il sistema C è presente con buona continuità in tutta la "Bassa Pianura", consiste in due principali livelli permeabili prevalentemente sabbiosi denominati "C alto" e "C basso". I due livelli sono quasi sempre ben distinti anche se talora non hanno evidente continuità laterale. Nelle zone più meridionali i sedimenti possono divenire via via più fini, riducendone la permeabilità.

Nelle Tabelle 1 e 2 si riportano i quadri sinottici delle caratteristiche geometriche e idrogeologiche di questi sistemi di acquiferi confinati presenti nel sottosuolo della "Bassa Pianura Friulana" estratti dalla pubblicazione "Risorse idriche sotterranee del Friuli Venezia Giulia: sostenibilità dell'attuale utilizzo" (Zini L., Calligaris C., Treu F., Iervolino D., Lippi F., 2011). Dalla ricostruzione delle geometrie dei sistemi di acquiferi, nello studio si sono ricavate le aree, i volumi e le potenze medie degli stessi in riferimento agli areali indagati. A partire da questi valori e da quelli di porosità efficace media è stata calcolata l'entità della riserva idrica contenuta in ciascun sistema. La riserva idrica, espressa sia in volume [km^3] sia in altezza media di colonna d'acqua H_w [m], è qui intesa come quantità d'acqua contenuta nei pori dei sedimenti che può essere mobilizzata (acqua gravifica). Nel calcolo non si è tenuto conto, essendo di un ordine di grandezza inferiore, della quota di riserva idrica dovuta all'immagazzinamento per compressibilità.



Sistema di Acquiferi	Area	Volume	Profondità del tetto	Campo di esistenza	Spessore medio
	A [km ²]	V [km ³]	(s.l.m.m.) [m]	(s.l.m.m.) [m]	$b_{medio}=1000 \cdot V/A$ [m]
A	2294	71.2	da 10 a -50	tra 10 e -80	31.0
B	2294	30.6	da -30 a -90	tra -30 e -100	13.3
C	2294	33.3	da -60 a -120	tra -60 e -130	14.5

Tab. 1 (caratteristiche geometriche dei sistemi di acquiferi confinati della "Bassa Pianura Friulana" - Zini L., Calligaris C., Treu F., Iervolino D., Lippi F., 2011)

Sistema di Acquiferi	Conducibilità Idraulica		Porosità efficace			Riserva idrica	H _w
	K _{min}	K _{max}	n _{Cmin}	n _{Cmax}	n _{Cmedio}	V · n _{Cmedio} /100	$b_{medio} \cdot n_{Cmedio}/100$
	[m/s]	[m/s]	[%]	[%]	[%]	[Km ³]	[m]
A	1.0E-05	5.0E-02	15.0	25.0	20.0	14.2	6.2
B	1.0E-05	5.0E-02	15.0	25.0	20.0	6.1	2.7
C	1.0E-05	5.0E-03	20.0	25.0	22.5	7.5	3.3

Tab. 2 (caratteristiche idrogeologiche dei sistemi di acquiferi confinati della "Bassa Pianura Friulana" - Zini L., Calligaris C., Treu F., Iervolino D., Lippi F., 2011)

In Figura 8 si riporta una sezione idrogeologica, tracciata con direzione Ovest-Est e sub parallela alla fascia perilagunare della Regione, che raffigura l'andamento dei sistemi di acquiferi della "Bassa Pianura".

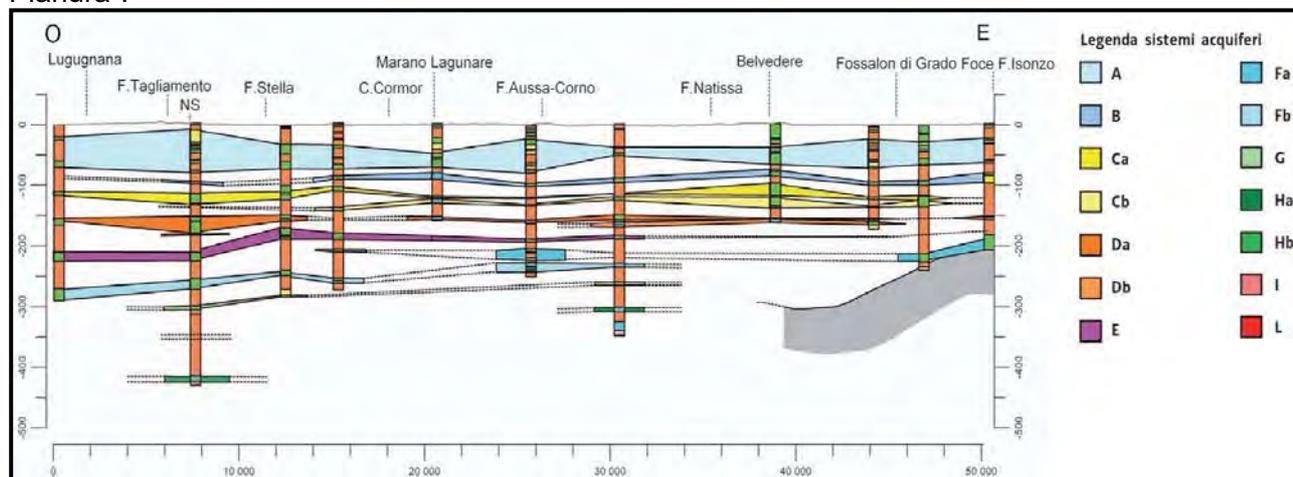


Fig. 8 (sezione idrogeologica dei sistemi di acquiferi ad andamento Ovest-Est, sub parallela alla fascia perilagunare della Regione Friuli - Venezia Giulia - Zini L., Calligaris C., Treu F., Iervolino D., Lippi F., 2011)

I valori delle caratteristiche geometriche relative ai sistemi di acquiferi riportati in tab. 1 hanno valenza a carattere regionale. Al fine di caratterizzare a livello locale le geometrie, nella presente relazione si sono elaborate le figure da 9 a 11 (limitandosi ai soli sistemi di acquiferi dalla A alla C) a partire dai risultati riportati nello studio "Risorse idriche sotterranee del Friuli Venezia Giulia: sostenibilità dell'attuale utilizzo". Nelle Figure sono riportati i valori delle isopache (spessori) e di profondità sul livello medio del mare del tetto di ciascun acquifero e che hanno permesso di ricavare i valori riportati in tab 3.



Tipo di acquifero	Quote [m] sul livello medio mare		Profondità [m] dal piano campagna*		Spessore [m]
	Quota tetto	Quota letto	Profondità tetto	Profondità letto	
Acquifero Freatico	-	-	-	-	-
Acquifero A	-35	-65	37	67	35
Acquifero B	-77	-97	79	99	20
Acquifero C	-110	-120	112	122	10

* quota del piano campagna posta convenzionalmente a circa 2 metri sul livello medio mare

Tab. 3 (stima delle caratteristiche geometriche locali dei sistemi di acquiferi confinati da A a C presenti nell'area di interesse)

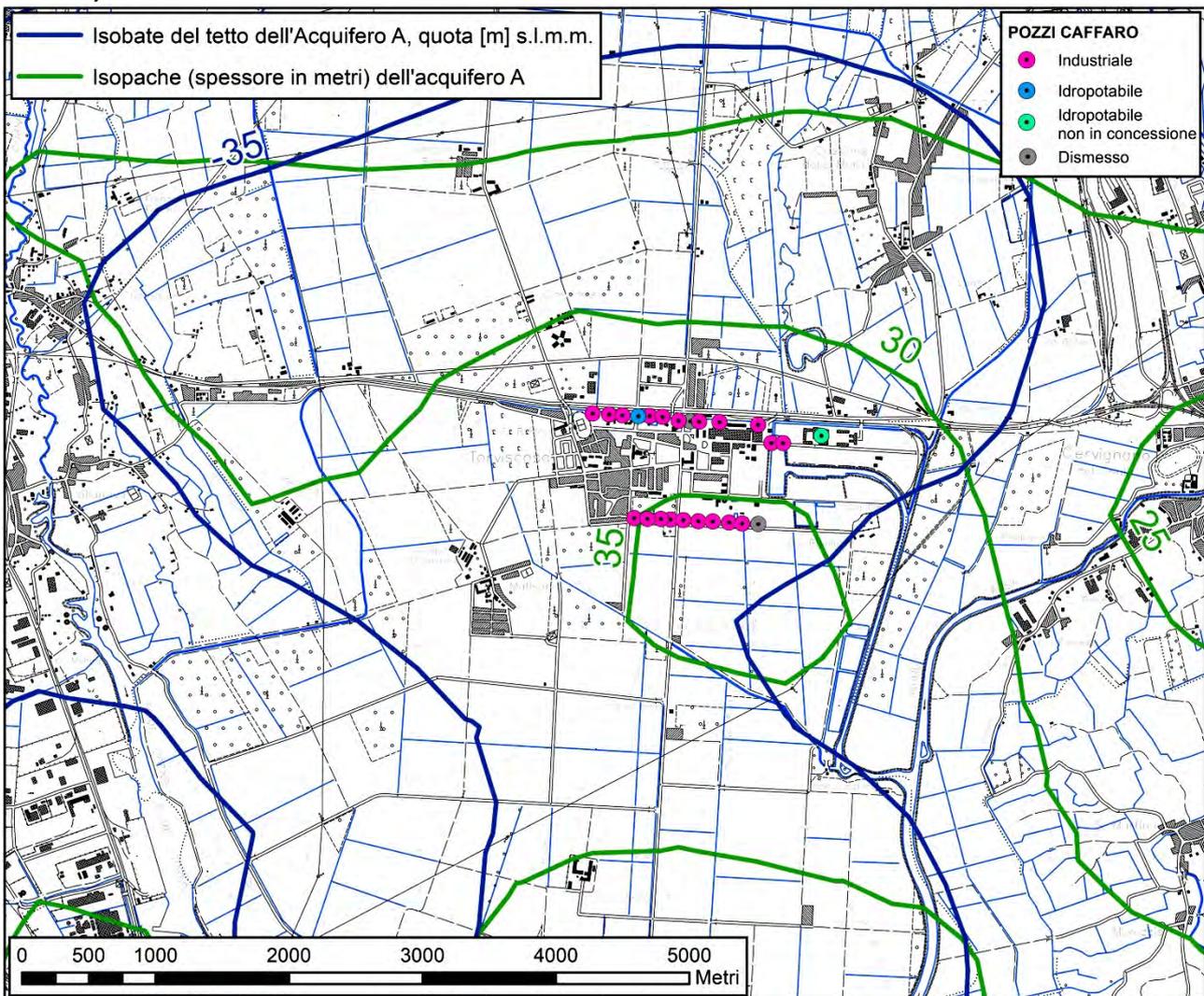


Fig. 9 (isopache e isobate del tetto dell'acquifero A - Zini L., Calligaris C., Treu F., Iervolino D., Lippi F., 2011)

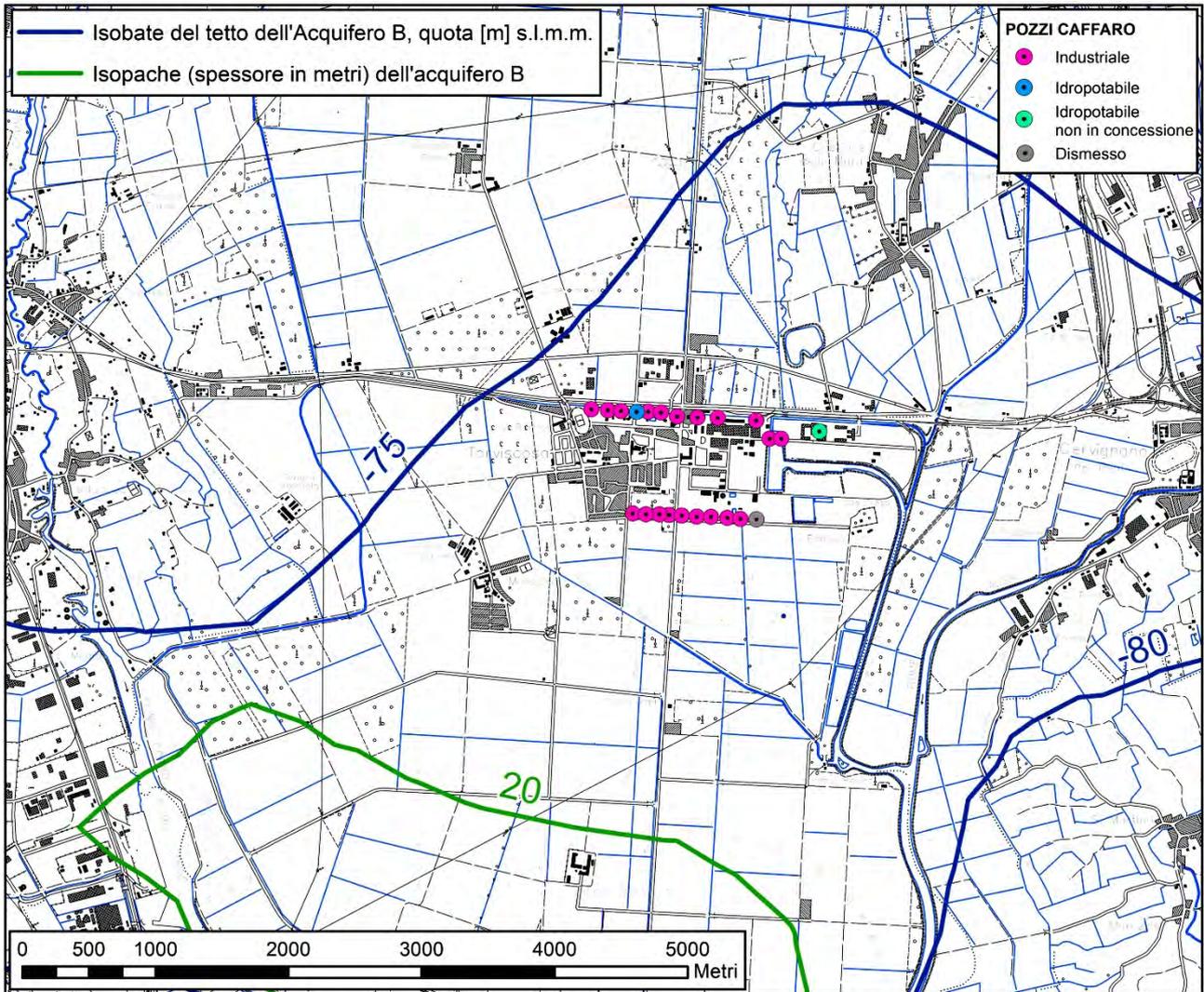


Fig. 10 (isopache e isobate del tetto dell'acquifero B -Zini L., Calligaris C., Treu F., Iervolino D., Lippi F., 2011)

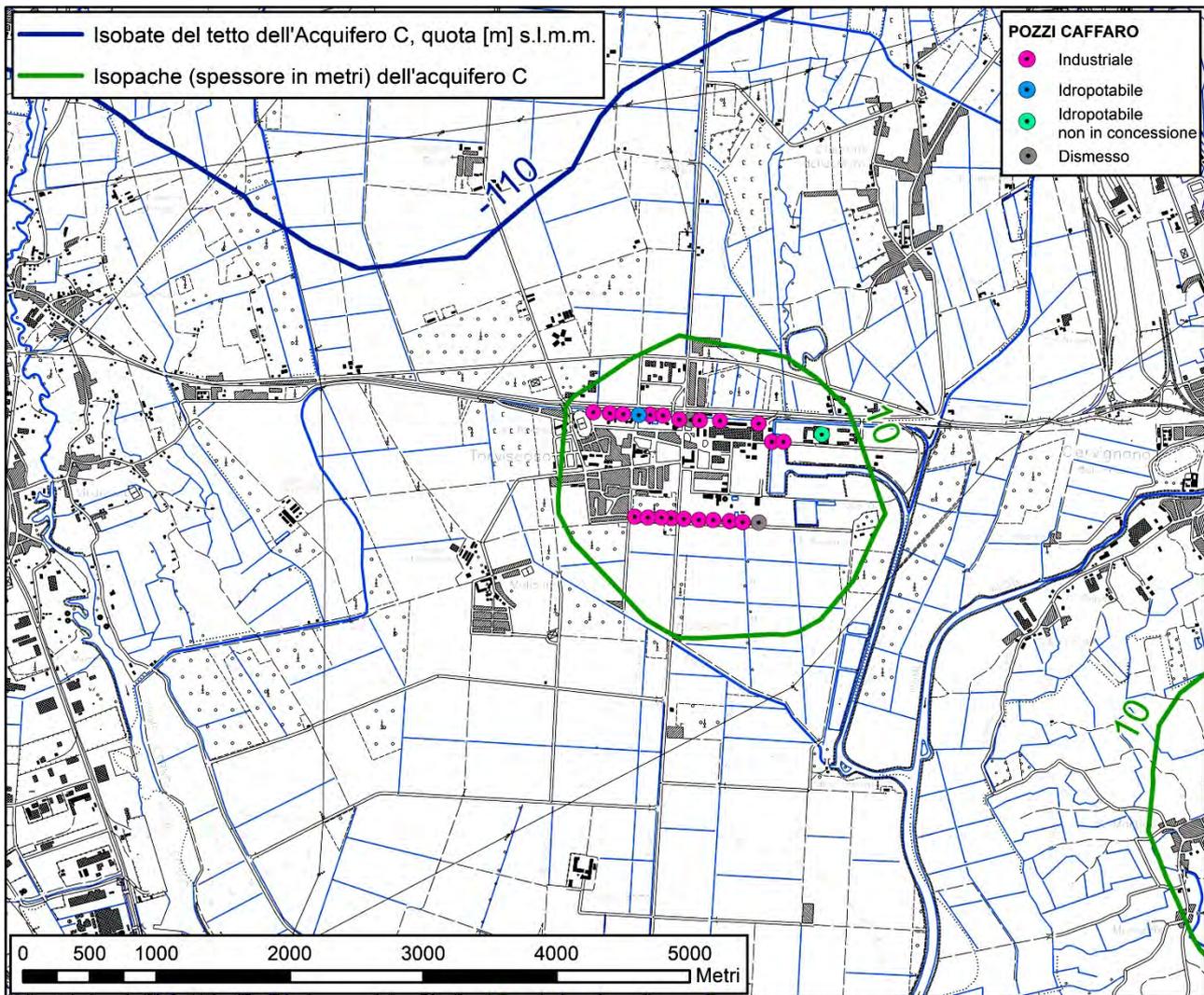


Fig. 11 (isopache e isobate del tetto dell'acquifero C - Zini L., Calligaris C., Treu F., Iervolino D., Lippi F., 2011)

La classificazione degli acquiferi confinati e semi-confinati risulta un modello semplificato e utile per la rappresentazione del sottosuolo ma non esaustivo data la complessità dei sistemi sotterranei. Inoltre, le figure da 9 a 11 e i dati riportati in tabella 3 sono stati dedotti da uno studio condotto a scala regionale e, pertanto, si possono avere degli scostamenti metrici quando si osserva il territorio a maggior dettaglio in quanto realizzate a partire da pochi punti di monitoraggio in uno stato sostanzialmente indisturbato. Al fine di ottenere informazioni ancor più particolareggiate, si sono considerati anche i dati delle stratigrafie in possesso e di posizionamento dei tratti filtranti (figure da 6 a 8). Dall'analisi comparata di tutte le informazioni si sono potuti individuare al meglio i sistemi di acquiferi attraversati dai pozzi esistenti di Caffaro.

Come già esposto, in questa zona ubicata a valle della Fascia delle risorgive le falde utilizzabili per l'approvvigionamento idrico sono presenti negli orizzonti permeabili costituiti da depositi sabbioso-ghiaiosi, confinati al tetto ed al letto da orizzonti impermeabili costituiti da sedimenti limoso-argillosi. Si tratta di falde artesiane nelle quali il flusso idrico avviene generalmente spontaneamente senza l'ausilio di mezzi meccanici. Fanno eccezione i primi orizzonti, che nell'area di Torviscosa interessano i primi 20 m, dove sono state osservate litologie prevalentemente sabbiose, anche ghiaiose, aventi permeabilità da buona a discreta. Si tratta di depositi costituenti un acquifero di



Dott. Geol. Roberto Andreoli

Ordine dei Geologi Regione del Veneto N° 617

rob.andreoli@gmail.com +39 335 7592810 Mobile

Via Ceresolo, 16/A - 45100 Rovigo (ROVIGO)

C.F. NDR RRT 72T20 H620G - P.Iva: 01522180296

importanza locale, discontinuo, di non rilevante potenzialità e generalmente non sfruttato, ma che è stato osservato in tutte le numerose verticali di indagine ad oggi eseguite nell'area dello stabilimento e nelle adiacenze. Tale acquifero è quasi ovunque "protetto" da poco più di 1 m di spessore di terreni limoso argillosi e torbosi poco permeabili; tuttavia, la locale assenza di tale livello fa assumere alla falda caratteristiche di tipo freatico.

A scala maggiore l'area si caratterizza per la presenza, accertata direttamente fino alla profondità di circa 210 m dal p.c. da sistemi di acquiferi confinati e artesiani, in funzione dell'estensione e della continuità di lenti impermeabili e permeabili nei complessi ad omogeneità granulometrica precedentemente descritti.

I pozzi utilizzati dalla Caffaro emungono prevalentemente dai gruppi acquiferi B e C; solo il pozzo 5 sud sfrutta l'acquifero E. L'acquifero più intensamente utilizzato è il B ed ha uno spessore variabile da 20 a 30 metri ed è costituito da depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi. Dall'analisi dei dati bibliografici in nostro possesso si evince che la permeabilità media dei terreni costituenti tale falda è stimabile nell'ordine di 10^{-4} - 10^{-3} m/s o superiore), valori congruenti con le caratteristiche granulometriche medie segnalate per l'acquifero.

Per quanto concerne la conoscenza dei livelli piezometrici, dei gradienti e del campo di moto delle acque presenti nei primi tre sistemi di acquiferi confinati A, B e C, i dati a disposizione in Regione non sono abbondanti e raccolti con continuità temporale. Nelle figure da 12 a 14 si riportano le carte delle isopieze, realizzate nel "Progetto per il monitoraggio degli acquiferi della Bassa Pianura Friulana in Provincia di Udine" (Martelli G., Granati C., Roda C., 2007) nei periodi gennaio-febbraio 2003 e settembre-ottobre 2003. In queste mappe, nei pressi del Comune di Torviscosa sono indicati valori piezometrici, rispettivamente per i periodi settembre-ottobre 2003 e gennaio-febbraio 2003, di circa 7.5 - 8.0 metri s.l.m.m. per il sistema di acquiferi A, 8.5 e 12.5 m per il B e 8.0 e 9.0 m per il C. La direzione di deflusso in genere è N-S e può tuttavia flettersi in direzione NNW-SSE o NNE-SSW, così come possono variare i gradienti, in funzione del sistema di acquiferi considerato e del suo stato di impingimento.

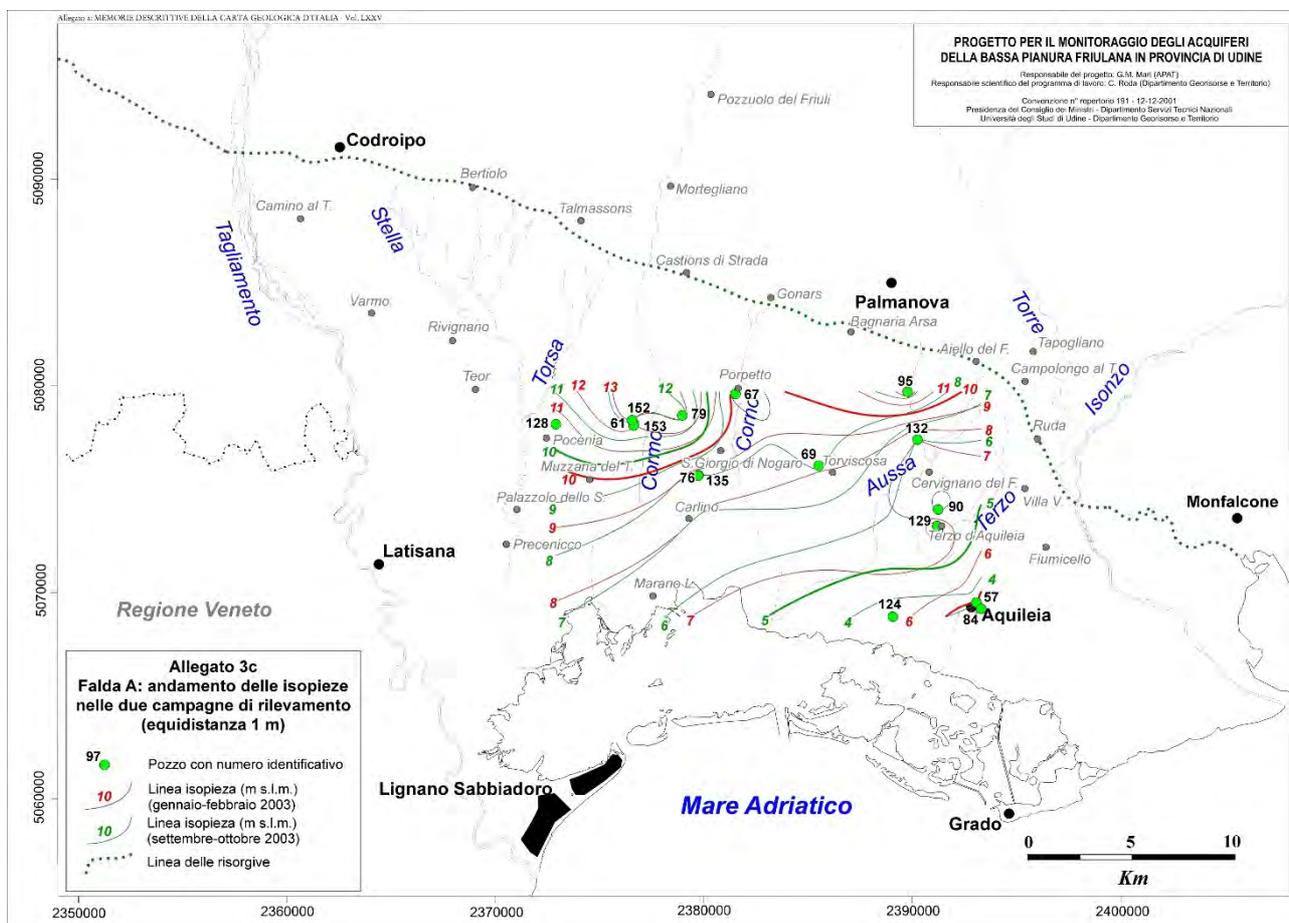


Fig. 12 (carte delle isopieze del sistema di acquiferi A nei periodi gennaio-febbraio 2003 e settembre-ottobre 2003 - Martelli G., Granati C., Roda C., 2007)

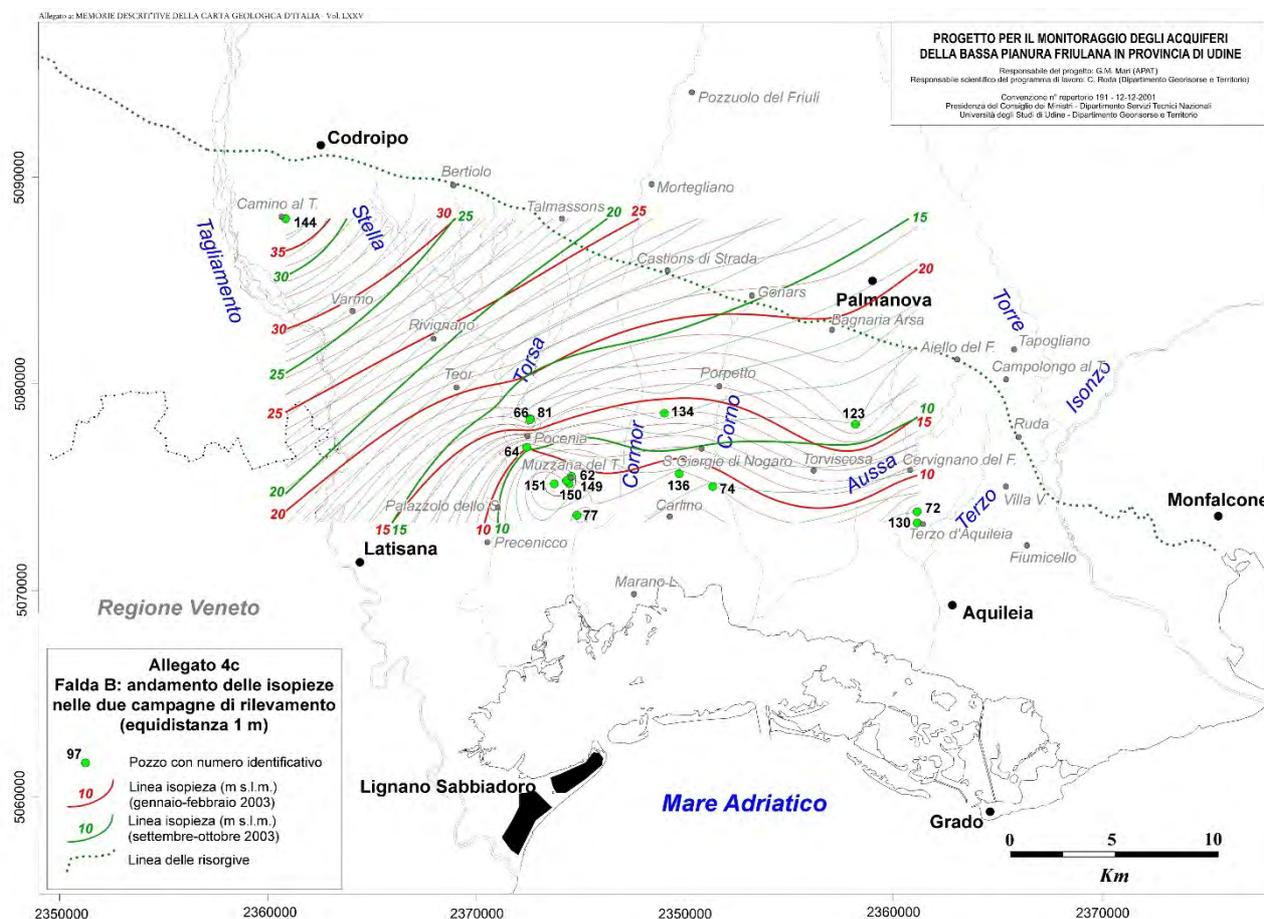


Fig. 13 (carte delle isopieze del sistema di acquiferi B nei periodi gennaio-febbraio 2003 e settembre-ottobre 2003 - Martelli G., Granati C., Roda C., 2007)

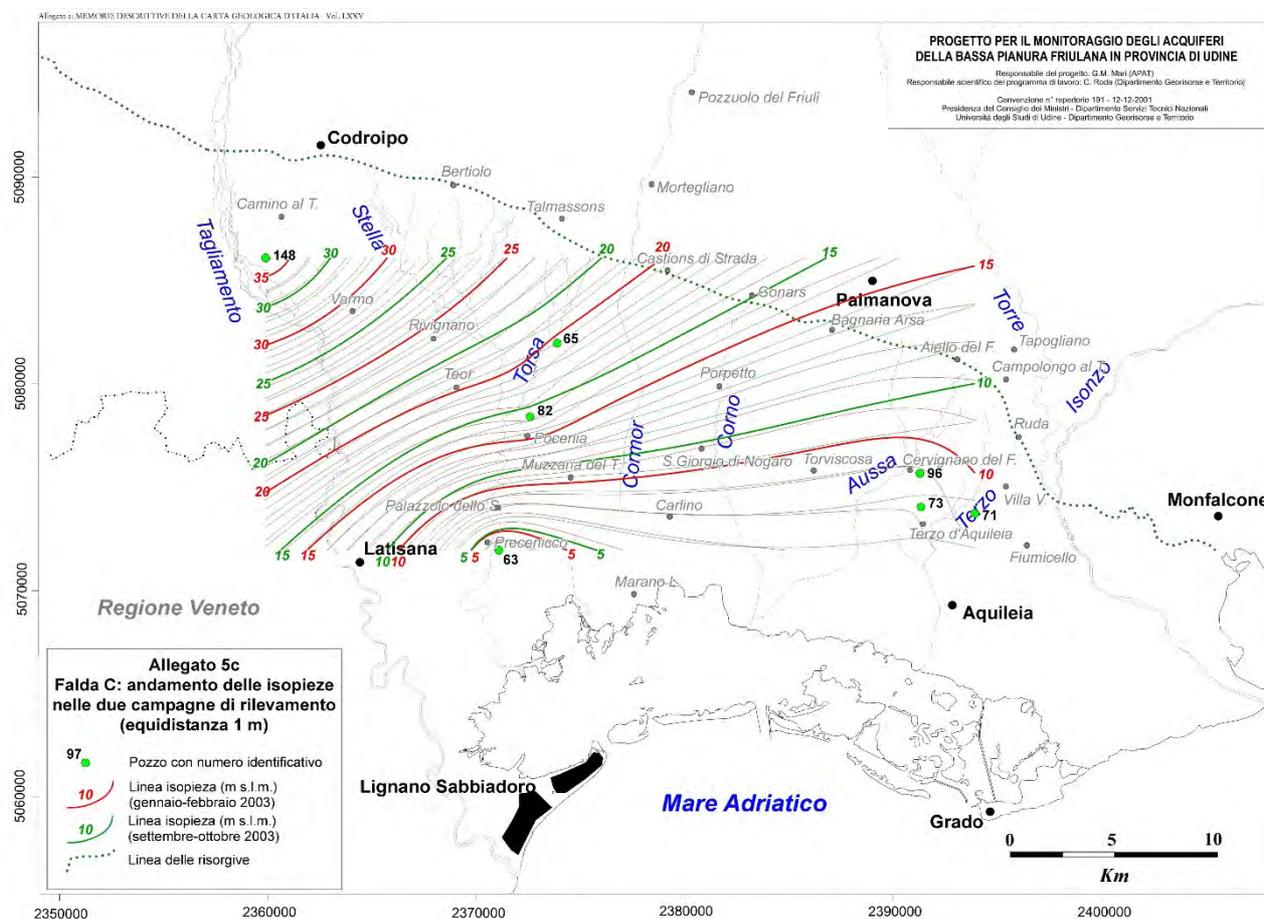


Fig. 14 (carte delle isopieze del sistema di acquiferi C nei periodi gennaio-febbraio 2003 e settembre-ottobre 2003 - Martelli G., Granati C., Roda C., 2007)



6. VINCOLISTICA

Rete natura 2000

La Rete Natura 2000 definita dalle Direttive "Habitat" ed "Uccelli" tutela la biodiversità attraverso siti caratterizzati dalla presenza di habitat e specie di flora e fauna di interesse comunitario da mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente.

La direttiva 'Habitat' (92/43/CEE) prevede che nei siti 'Natura 2000', siano essi SIC o ZPS, gli Stati membri della UE adottino Misure di conservazione o, all'occorrenza, Piani di gestione. Entrambi gli strumenti sono finalizzati salvaguardia della biodiversità e alla tutela degli habitat e delle specie di interesse comunitario, prendendo in considerazione le esigenze economiche, sociali e culturali, nonché le particolarità regionali e locali.

Misure generali

Per le ZPS della Rete del PVG sono in vigore le "misure di conservazione generali" dell' art.3 della LR14/2007 (Misure di conservazione generali nelle ZPS e sul territorio regionale). Per pSIC e SIC è in vigore l' art.9 della legge regionale 21 luglio 2008, n.7 (Misure di salvaguardia generale di pSIC e SIC).

Misure specifiche

La legge regionale 7/2008 all'art. 10 (misure di conservazione specifiche e piani di gestione) prevede che le misure prevalgono sulle disposizioni contrastanti eventualmente contenute in altri strumenti di regolamentazione e pianificazione urbanistica. Le misure entrano in vigore il giorno successivo alla pubblicazione sul BUR della Deliberazione con cui vengono adottate dalla Giunta, sono aggiornate ogni 10 anni, cessano di efficacia il giorno successivo alla data di pubblicazione del piano di gestione eventualmente elaborato per il sito.

Dotare i siti della Rete Natura 2000 di norme di gestione pone la Regione in linea con gli obblighi comunitari di completamento della fase istitutiva della Rete e corrisponde agli orientamenti dell'UE in materia di finanziamento della programmazione comunitaria. L'articolo 4 della Direttiva Habitat prevede che lo Stato membro provveda a designare i "Siti di importanza comunitaria" (SIC) dotati di norme di gestione come "Zone speciali di conservazione" (ZSC). Ai sensi dell'art. 3 del DPR 357/1997, la designazione delle ZSC avviene con decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare, adottato d'intesa con ciascuna regione interessata.

Sono attualmente vigenti:

"Misure di conservazione dei siti continentali del Friuli Venezia Giulia - aggiornamento 2019"

Le misure sono state approvate con DGR 134 del 30.01.2020 pubblicata sul I° S.O. n.10 del 12.02.2020 al BUR n.7 del 12.02.2020 (sostituiscono le: "MCS di 32 dei SIC della regione biogeografica continentale del Friuli Venezia Giulia", approvate con DGR 1964 del 21.10.2016, pubblicate sul I° S.O. n.49 al BUR n.45 del 9.11.2016 e le MCS precedentemente adottate con DGR 546 del 28.03.13, in vigore dal 10.04.2013, pubblicate sul I° S.O. n.15 del 10.04.2013 al BUR n.15 del 10.04.2013).

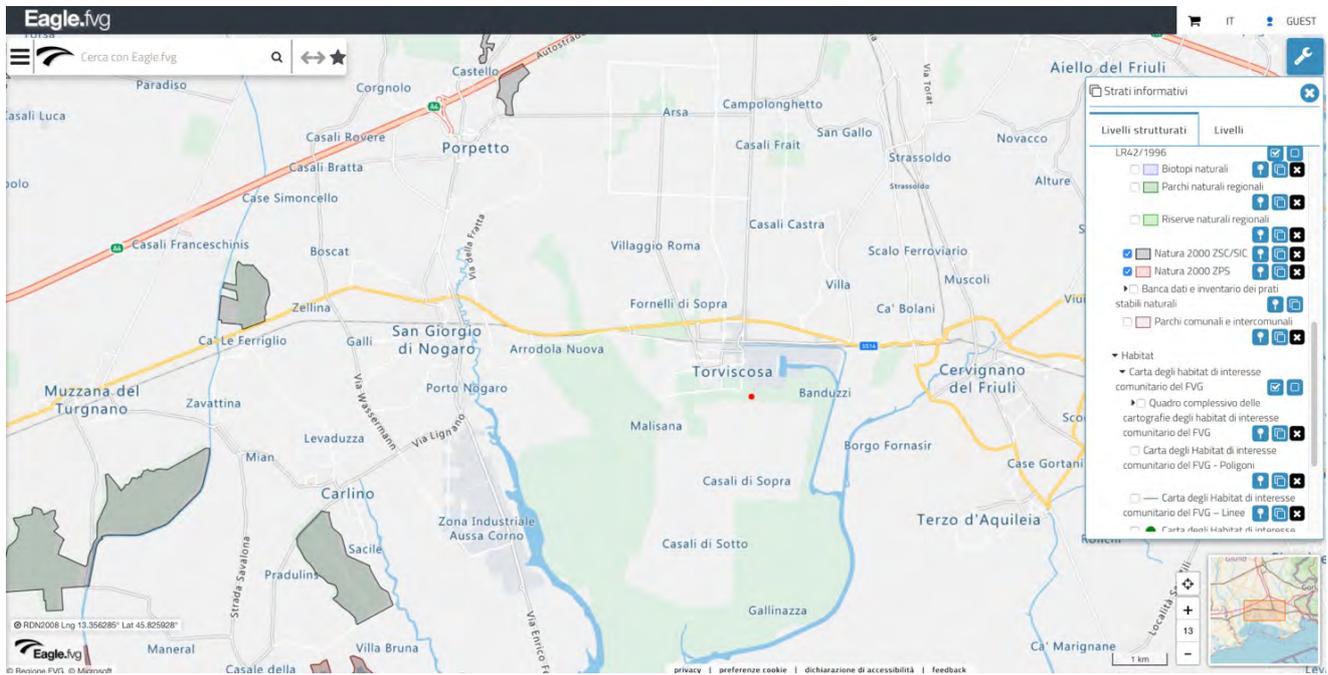


Fig. 15 (Stralcio Web-Gis Eagle.fvg-Sic e Zps)

Dall'esame della cartografia e degli strati informativi disponibili sul sito della regione, come evidenziato dallo stralcio in fig. 15, l'area oggetto di studio non appartiene ad alcun sito protetto sopra descritto.

Piano di Gestione Rischio Alluvioni

Nel recente Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali, che è andato a sostituire il PAI per la pericolosità idraulica, la zona in studio ricade in buona parte in area P1 (pericolosità bassa) (fig.16).

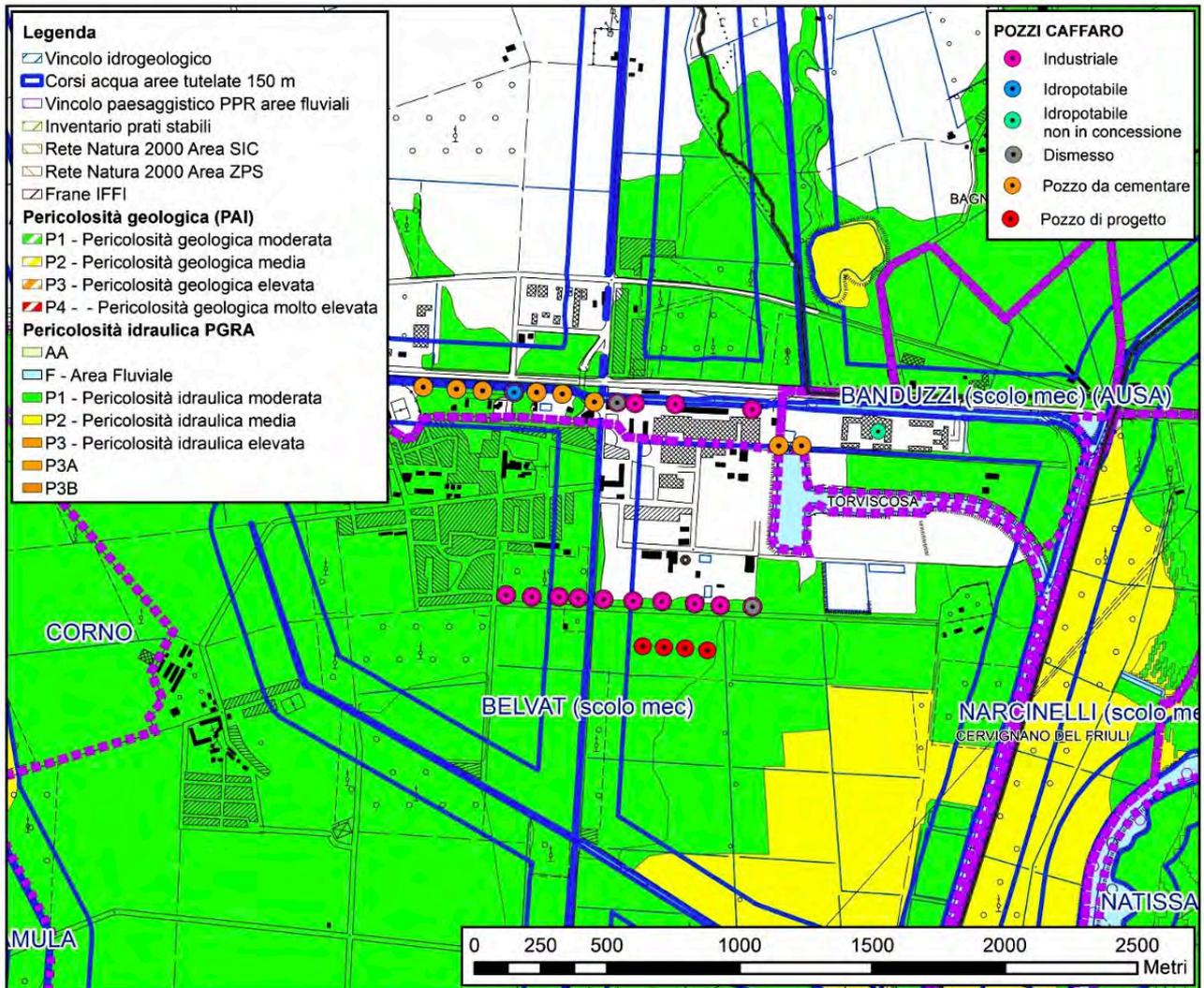


Fig. 16 (bacini idrografici, con linea viola, e vincoli presenti)



7. CONCLUSIONI

Nell'ipotesi della realizzazione di nuovi pozzi, previa richiesta di regolare concessione agli enti competenti, si riporta la mappa con i pozzi noti presenti nell'intorno, al fine di valutare già in questa fase la possibilità di interferenze reciproche tra prelievi da pozzo. In figura 17 sono riportati i pozzi presenti in varie fonti bibliografiche suddivisi per tipologia di utilizzo. Al fine di redigere la mappa, si sono consultati i tematismi "Prese sotterranee", relativo alle prese attualmente in concessione, e "Denunce" presenti nel WebGIS della Regione FVG, consultabile sulla piattaforma EagleFVG, il geodatabase "SIT-CGT-SITI" nonché altre fonti dati ufficiali pubbliche o a disposizione della scrivente. Si specifica che il tematismo "Denunce" è relativo in buona parte a pozzi non soggetti a concessione, quali i domestici, ma non è aggiornato, può contenere anche pozzi privati con definizione del tipo di utilizzo impropria (ad esempio uso industriale per un pozzo ad uso commerciale o artigianale) o pozzi oramai dismessi; inoltre la georeferenziazione del pozzo può essere talvolta di accuratezza inadeguata (che, in ordine decrescente di livello di accuratezza, può essere: da rilievo, da CTR 1:5000, da centroide di particella, da centroide di foglio catastale o da centroide di Comune) e possono esserci pozzi duplicati con il tematismo "Prese sotterranee" ma diversamente ubicati. Pertanto, per i pozzi ricadenti entro l'area di studio è stata eseguita preventivamente una operazione di corrispondenza e pulizia dei dati duplicati fra le diverse fonti (matching) e di correzione della georeferenziazione quando necessario. Per la mappa dei pozzi in concessione sono indicati, per ogni pozzo, il tipo di utilizzo, tramite simbologia, e, con etichetta, la profondità totale e la portata concessa quando noti.

Come si può notare, nel territorio di studio, sono molto diffusi i pozzi per acqua, ad uso sia industriale, igienico e assimilato, irriguo e idropotabile acquedottistico (ovvero pozzi soggetti a concessione) sia ad uso domestico (non soggetti a concessione). In genere la profondità di prelievo supera di rado 110 metri e solo in un caso si spinge a circa 200 metri. Si specifica che mentre per i pozzi soggetti a concessione il dato sul loro numero e ubicazione è noto (a parte rari casi di abusivismo), quello sui pozzi domestici è solo parziale poiché spesso non sono denunciati. Essi, in genere, prelevano acqua dal sistema di acquiferi A.

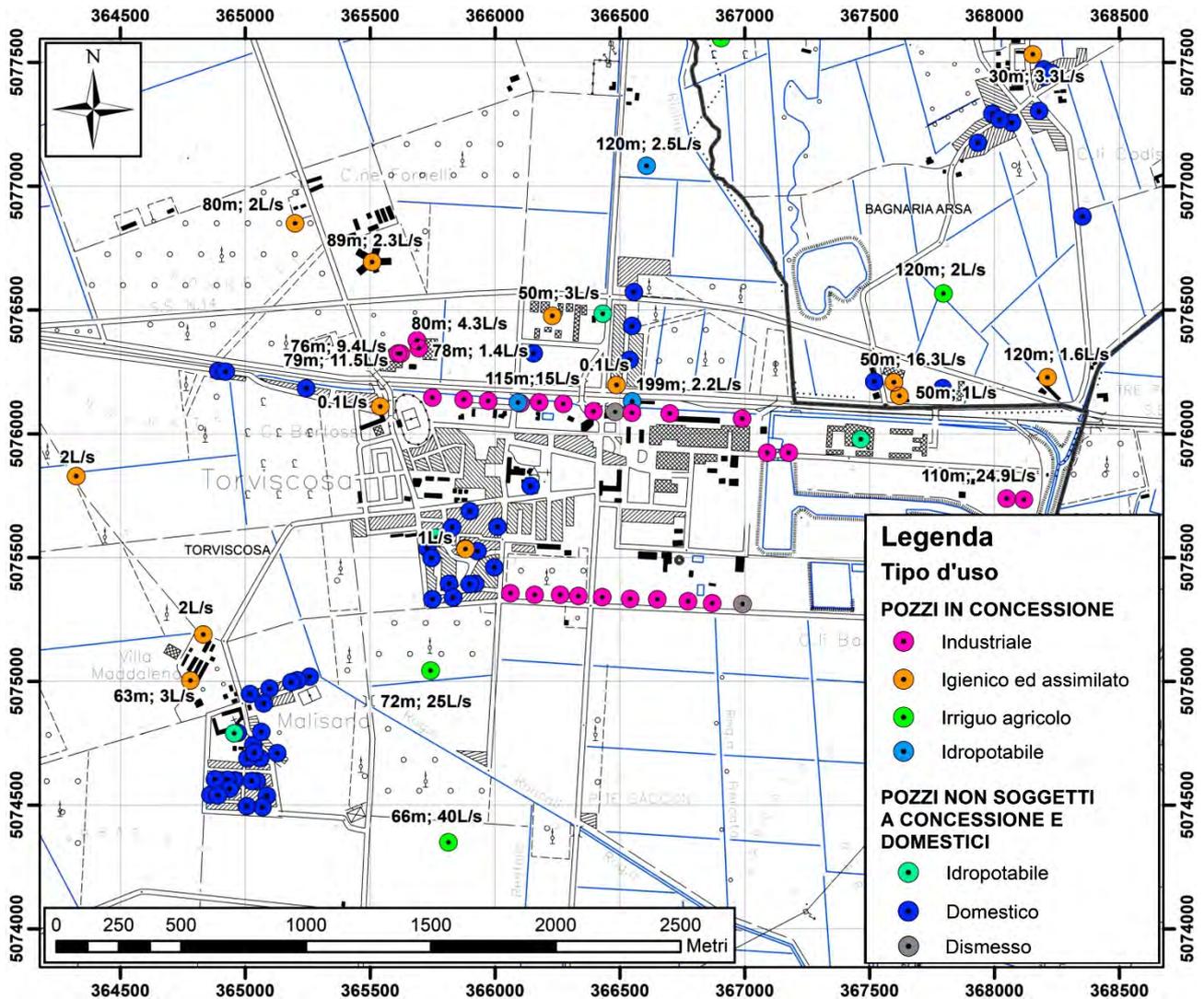


Fig. 17 (tipo d'uso e profondità dei pozzi nell'intorno dell'area di interesse)

In merito alla fattibilità del progetto si rimarca che:

- la chiusura dei pozzi Caffaro lungo la Linea Nord apporterà benefici ai pozzi presenti nell'intorno ed in particolare a quelli presenti a Torviscosa capoluogo;
- i quattro pozzi di progetto sono ubicati ad adeguata distanza dai pozzi di terzi esistenti. Non si ritiene vi sia interferenza con questi ultimi, sia per la distanza da essi che per il fatto che captano acqua da un sistema di acquiferi più superficiale e differente (A) da quello oggetto di progetto di prelievo;
- in merito ai "pericoli di intrusione di acque salate o inquinate, e quant'altro sia utile in funzione del controllo del miglior regime delle acque", se ne attesta l'impossibilità di sussistenza essendo gli acquiferi captati non in contatto idraulico con le acque marine;
- per la natura e le caratteristiche geotecniche del sottosuolo, si attesta che con tipologia idonea di filtri è da escludere che si possano verificare fenomeni di subsidenza o cedimenti a seguito del pompaggio, anche prolungato, dai pozzi. Infine, considerando che i pozzi in progetto interesseranno il solo sistema di acquiferi B, con profondità massima pari a circa 100 m da p.c. e filtri posizionati fra i -60 m e i -100 m, si ritiene che essi soddisfino anche quanto previsto dall'Art.



45 “prelievi da falde acquifere e dai fontanili” delle Norme di Attuazione del “Piano regionale di tutela delle acque”, Allegato 4 alla Delibera n. 2673 del 28/12/2017, ed in particolare dai commi 4¹ e 9².

Rovigo, Ottobre 2023

Dott. Geol. Roberto Andreoli



¹ Art. 45, comma 4:

Ai fini della regolamentazione dei prelievi nelle nuove terebrazioni, la risorsa idrica sotterranea presente nel territorio regionale, è classificata nel modo seguente:

- a) risorsa idrica strategica: è l'acqua presente negli acquiferi artesiani profondi (corpi idrici sotterranei definiti “D ed artesiane profonde”, come indicati nell'elaborato Analisi conoscitiva) che può essere utilizzata per soli scopi acquedottistici potabili;
- b) risorsa idrica per utilizzo domestico e potabile: è l'acqua presente nell'acquifero artesiano intermedio (corpi idrici sotterranei definiti “falda C”, come indicato nell'elaborato Analisi conoscitiva);
- c) risorsa idrica per tutti gli usi: è l'acqua presente nella falda freatica e negli acquiferi artesiani più superficiali (corpi idrici sotterranei definiti “A+B” come indicato nell'elaborato Analisi conoscitiva);
- d) risorsa idrica per uso minerale, geotermico e termale.

² Art. 45, comma 9:

È vietata la posa in opera di filtri multifalda nei pozzi di nuova realizzazione, per qualsiasi tipo di utilizzo. Le perforazioni devono essere fatte a regola d'arte sia nella fase di perforazione, che nella posa in opera di filtri e tubi, in modo da minimizzare il rischio di miscelazione di acque appartenenti ad acquiferi diversi.

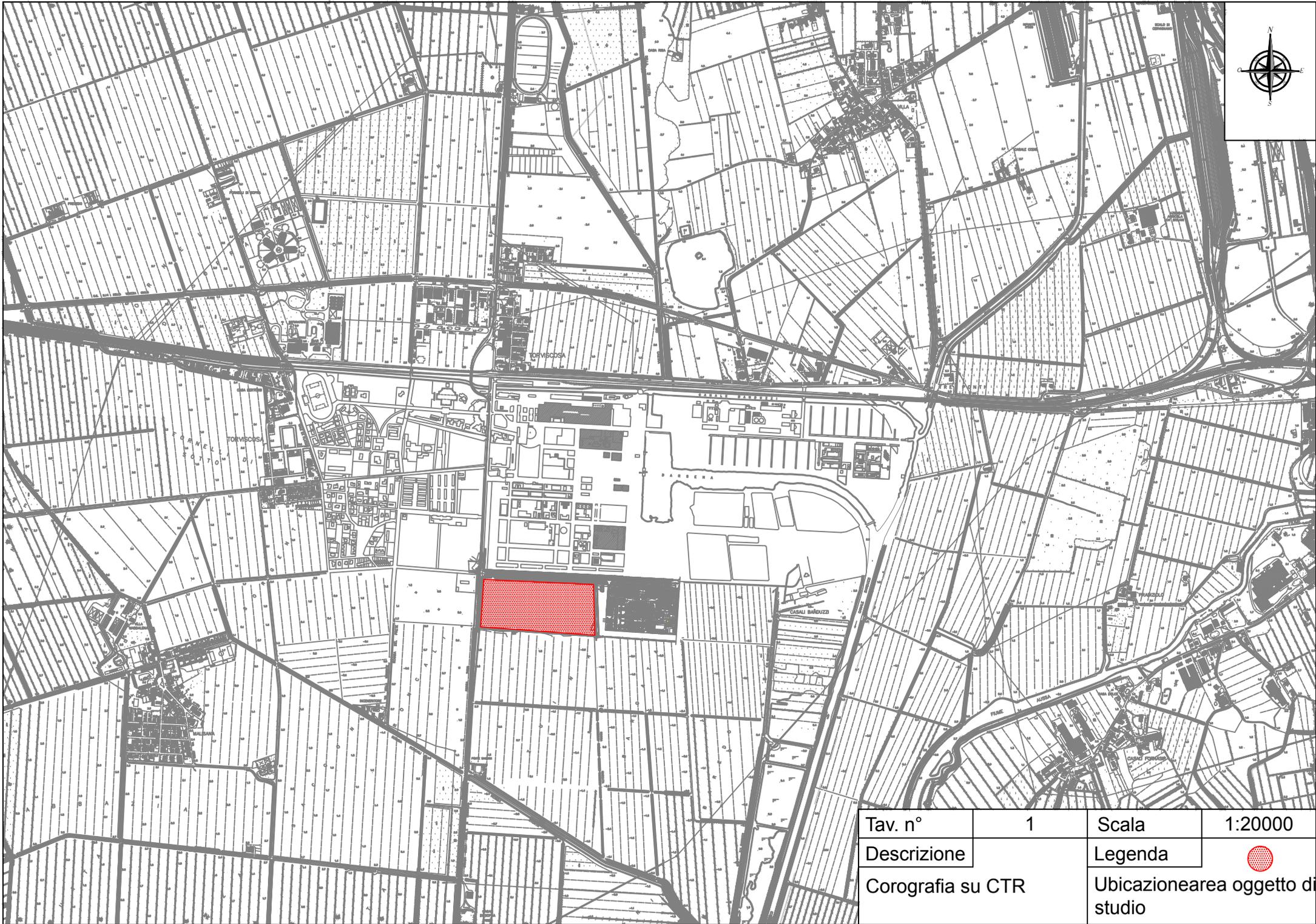


Dott. Geol. Roberto Andreoli
Ordine dei Geologi Regione del Veneto N° 617
rob.andreoli@gmail.com +39 335 7592810 Mobile
Via Ceresolo, 16/A - 45100 Rovigo (ROVIGO)
C.F. NDR RRT 72T20 H620G - P.Iva: 01522180296

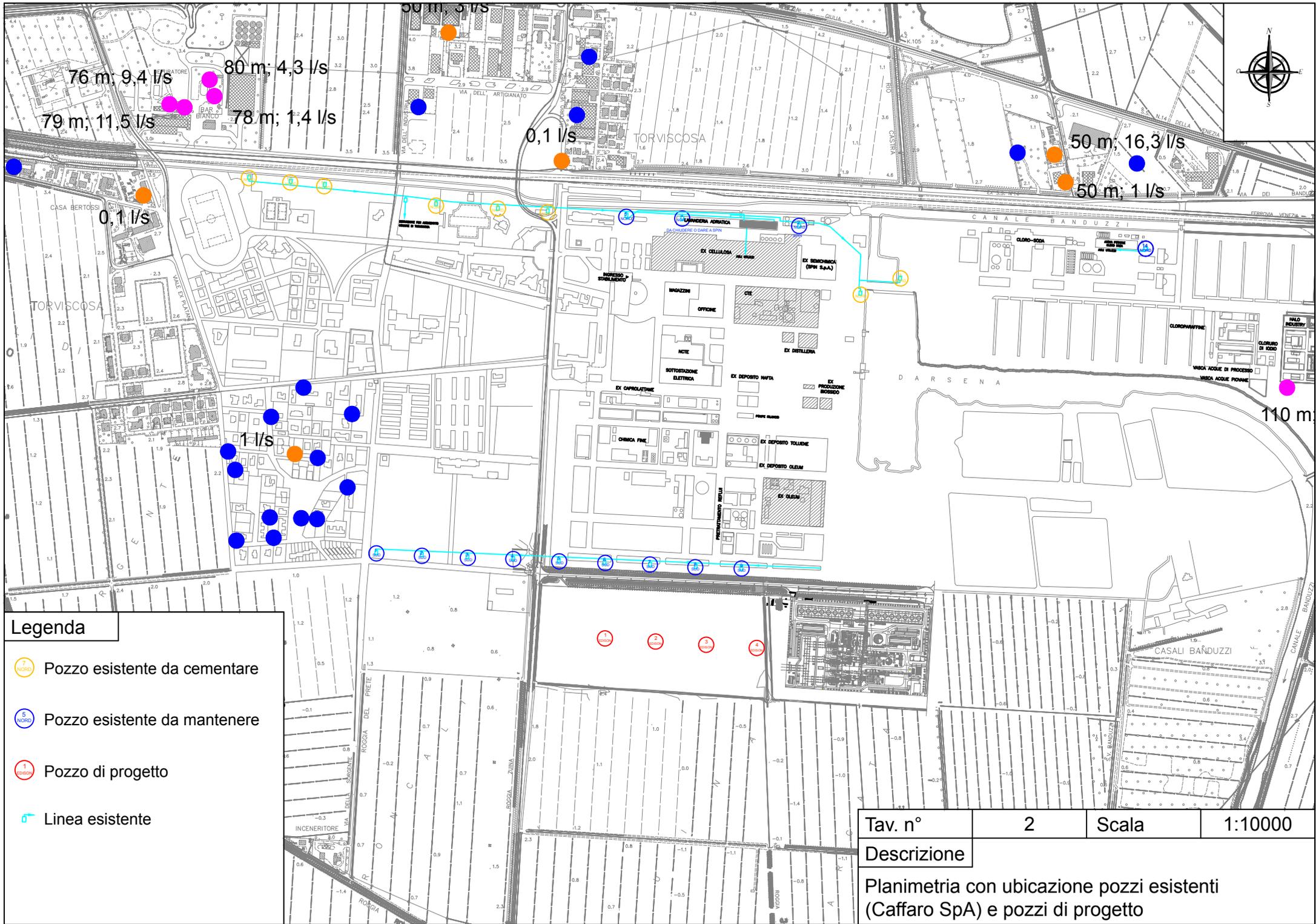
8. ALLEGATI

Tav. 1 - Corografia

Tav. 2 - Planimetria Pozzi esistenti (Caffaro) e Pozzi di progetto



Tav. n°	1	Scala	1:20000
Descrizione	Corografia su CTR		Legenda
		Ubicazione area oggetto di studio	



Legenda

- 7
NORO Pozzo esistente da cementare
- 5
NORO Pozzo esistente da mantenere
- 1
NORO Pozzo di progetto
- Linea esistente

Tav. n°	2	Scala	1:10000
Descrizione	Planimetria con ubicazione pozzi esistenti (Caffaro SpA) e pozzi di progetto		