



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA

Dr. Geol. Nicola Tullo – Dr. Geol. Anna Pia Apilongo

GEOLOGIA AMBIENTALE - GEOTECNICA - IDROGEOLOGIA - GEOGNOSTICA - GEOFISICA

CONSORZIO Area di Sviluppo Industriale SANGRO

Via San Nicola, 46 – 66043 CASOLI (CH)



**Caratterizzazione geologica, idrogeologica e
verifica della qualità delle matrici terreno e
acque sotterranee.**

(D.M. 471/99 – Dlgs. 152/06)



Geol. Nicola TULLO

Atessa, aprile 2007

I N D I C E

1.0 PREMESSA	1
2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	6
3.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE	13
<i>3.1. Sondaggi geognostici</i>	<i>13</i>
<i>3.2. Prelievo di campioni di terreno</i>	<i>14</i>
<i>3.3 Piezometri</i>	<i>15</i>
<i>3.4 Rilievo piano-altimetrico</i>	<i>17</i>
<i>3.5 Prelievo di acqua di falda</i>	<i>17</i>
<i>3.6 Analisi chimiche di laboratorio</i>	<i>17</i>
4.0 RISULTATI DELLE INDAGINI	19
<i>4.1 Stratigrafia di dettaglio</i>	<i>19</i>
<i>4.2 Ricostruzione della superficie piezometrica</i>	<i>20</i>
<i>4.4 Qualità dei terreni e delle acque sotterranee</i>	<i>24</i>
<i>4.4.1 Terreni</i>	<i>24</i>
<i>4.4.2 Acque sotterranee</i>	<i>26</i>
5.0 CONCLUSIONI	30

ALLEGATI:

- Prospetti stratigrafici e documentazione fotografica;
- Schede piezometri;
- Letture piezometriche;
- Certificati analisi chimiche su campioni di acqua;
- Certificati analisi chimiche su campioni di terreno.

1.0 PREMESSA

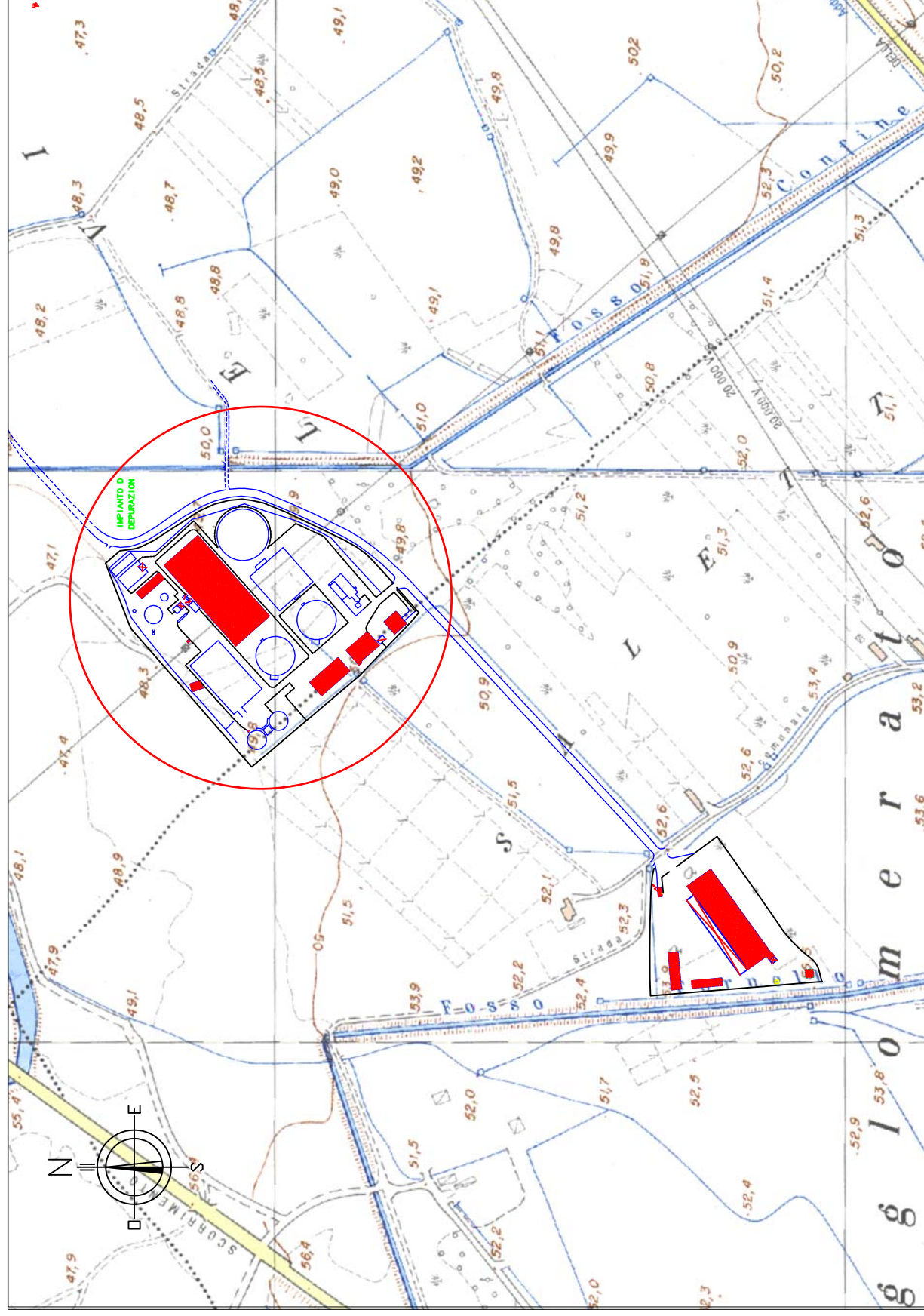
Su incarico del **Consorzio ASI SANGRO – Via San Nicola, 46 – 66043 CASOLI (CH)**, è stato eseguito uno studio finalizzato alla **caratterizzazione geologica, idrogeologica e della verifica della qualità delle matrici terreno e acque sotterranee** dell'area del **depuratore consortile di Atesa**, sito in località Saletti zona Acquaviva.

In base alle norme dettate dal **D.M. 471/99** attuativo dell'art. 17 del Dlgs 22/97 (Decreto Ronchi) e del **Dlgs 152/06**, che stabiliscono i criteri, le procedure e le modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il risanamento ambientale dei siti inquinati sono state eseguite le seguenti indagini:

- *Esecuzione di n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;*
- *Installazione di una rete di monitoraggio della falda costituita da n. 5 piezometri del tipo a “tubo aperto”;*
- *Rilievo plano-altimetrico della rete di monitoraggio;*
- *Rilievi piezometrici (misure di soggiacenza della falda), per la ricostruzione della morfologia e della direzione di flusso;*
- *Campionamento di terreno a varie quote lungo le verticali di sondaggio;*
- *Campionamento delle acque sotterranee dalla rete di piezometri;*
- *Analisi chimiche di laboratorio dei campioni di terreno e delle acque sotterranee.*

L'area in esame non risulta compresa tra quelle perimetrata nella “Carta della Pericolosità” del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico “*Fenomeni gravitativi e processi erosivi*” (PAI), né nel Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA) di cui si allegano degli stralci.

UBICAZIONE AREA IN STUDIO



Scala 1:5000

VEDUTA AEREA



COMUNE DI PAGLIETA

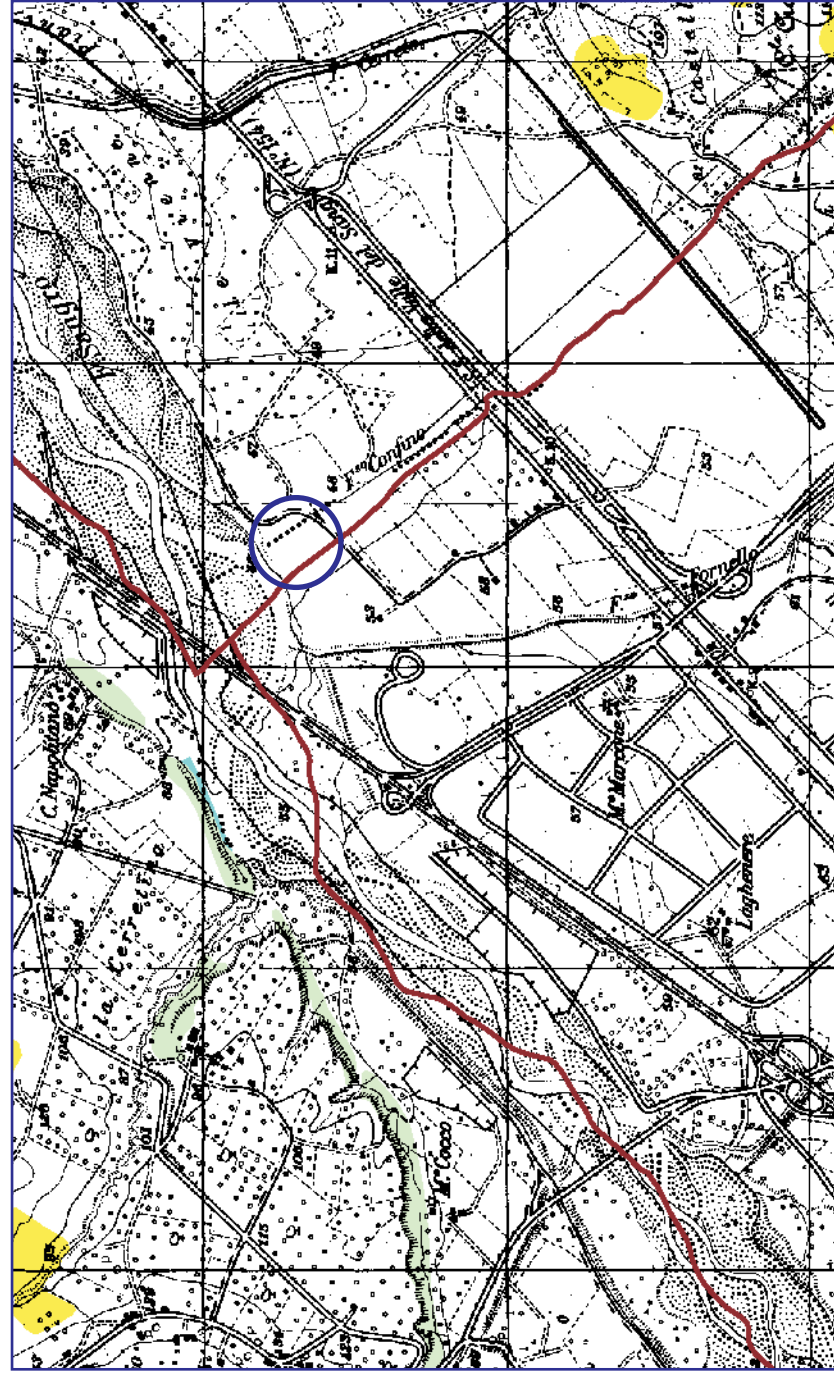
Provincia di CHIETI

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO "FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI"

L.18/05/1989 n. 183 ART. 17 COMMA 6 TER

STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA'

Scala 1:25000



LEGENDA

P3 - PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA
Aree interessate da dissesti in attività o riattivati stagionalmente

P2 - PERICOLOSITA' ELEVATA
Aree interessate da dissesti con alta possibilità di riattivazione

P1 - PERICOLOSITA' MODERATA
Aree interessate da dissesti con bassa possibilità di riattivazione

Pscarpare - PERICOLOSITA' DA SCARPATE
Aree interessate da scarpate morfologiche

Aree in cui non sono stati rilevati dissesti

Area in studio

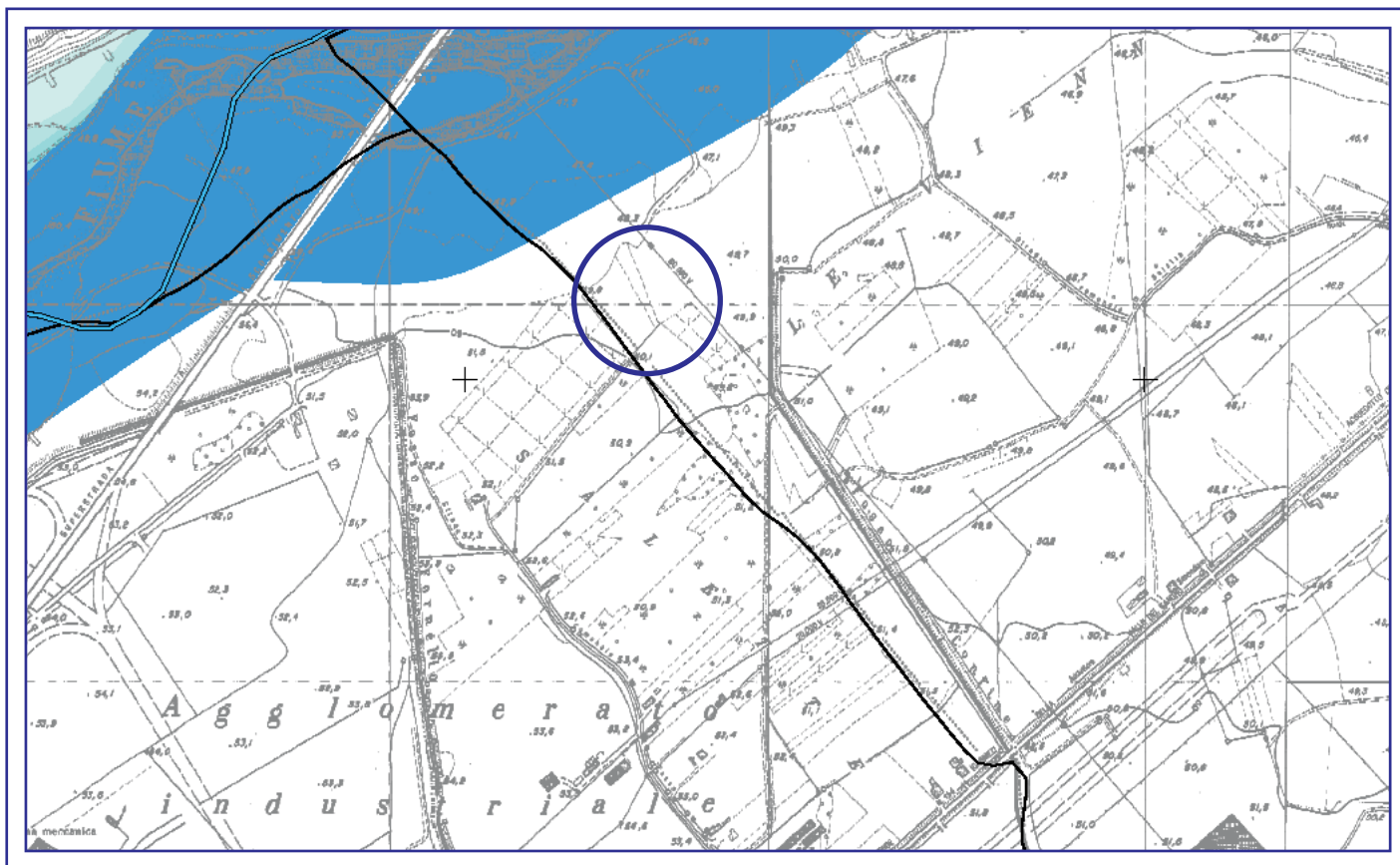
COMUNE DI PAGLIETA

Provincia di CHIETI

PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI

STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA


Scala 1:10000



LEGENDA

LEGENDA

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)

Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1m$ $v_{50} > 1m/s$	 Reticolo idrografico
Pericolosità elevata $1m > h_{50} > 0.5m$ $h_{100} > 1m$ $v_{100} > 1m/s$	
Pericolosità media $h_{100} > 0m$	
Pericolosità moderata $h_{200} > 0m$	

(*) Pericolosità idraulica. Per ogni riga il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica

2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

La piana del fiume Sangro, nel quale il sito s'inserisce, è ubicata nel settore esterno della catena appenninica (avanfossa abruzzese-molisana) formatasi all'inizio del Pliocene.

Il Fiume Sangro scorre attualmente, a partire dalla confluenza con il Fiume Aventino, in una valle alluvionale pressochè rettilinea, caratteristica questa di molti corsi d'acqua a foce adriatica a forte controllo tettonico (*Nanni & Vivalda, 1986*), descrivendo numerosi meandri (*De Riso et al., 1994*).

L'alveo del Fiume Sangro è caratterizzato da una forte asimmetria dell'asta fluviale rispetto al profilo longitudinale della valle, con deviazioni marcate in particolare verso il bordo orientale della valle, dall'altezza di Paglieta fino alla foce con il Mare Adriatico. Tale fenomeno è attribuito a fenomeni tettonici (*Castiglioni, 1933; Villa, 1937; Lipparini, 1933; Girotti, 1969*) e a fattori connessi con l'effetto della rotazione terrestre (*Crescenti, 1972*).

L'alveo del Fiume Sangro, in prevalenza ghiaioso e sabbioso, si imposta principalmente sui depositi alluvionali, mentre incisioni del substrato argilloso ad opera del Fiume Aventino, si rilevano in località Guarenna Nuova.

Tale fiume ha una portata fortemente condizionata da opere antropiche di sbarramento ed idroelettriche che si aggira, in prossimità della foce, su valori dell'ordine di 30 mc/s.

Il fondo vallivo e il versante in sinistra idrografica sono caratterizzati rispettivamente da sedimenti alluvionali recenti e da depositi alluvionali terrazzati del Pleistocene.

I terrazzi alluvionali di I, II e III ordine sono costituiti prevalentemente da depositi ghiaioso-sabbiosi e detritici, talora debolmente cementati, con lenti limoso-sabbioso-argillose ed intercalazioni di paleosuoli bruno-nerastri. La matrice sabbiosa presenta segni di ferrettizzazione più o meno spinti, a seconda dell'età dei depositi.

I terrazzi presentano superfici suborizzontali degradanti da sud-ovest verso nord-est, con una lieve pendenza verso il thalweg attuale; presentano, inoltre, delle nette scarpate.

Gli affluenti del Fiume Sangro determinano delle incisioni in corrispondenza dei terrazzi alluvionali, originando in tal modo gradini morfologici secondari e piccoli con di deiezione. In sinistra idrografica del Fiume Sangro i terrazzi alluvionali sono estesi e ben distinguibili, con spessori, in affioramento, compresi tra i 15 e i 30 m.

Tali depositi, talora in lembi isolati, non trovano corrispondenza sul fianco opposto, in destra idrografica; questo è dovuto ad un basculamento lungo un asse coincidente con quello vallivo (*Baldassarre et al., 1978*).

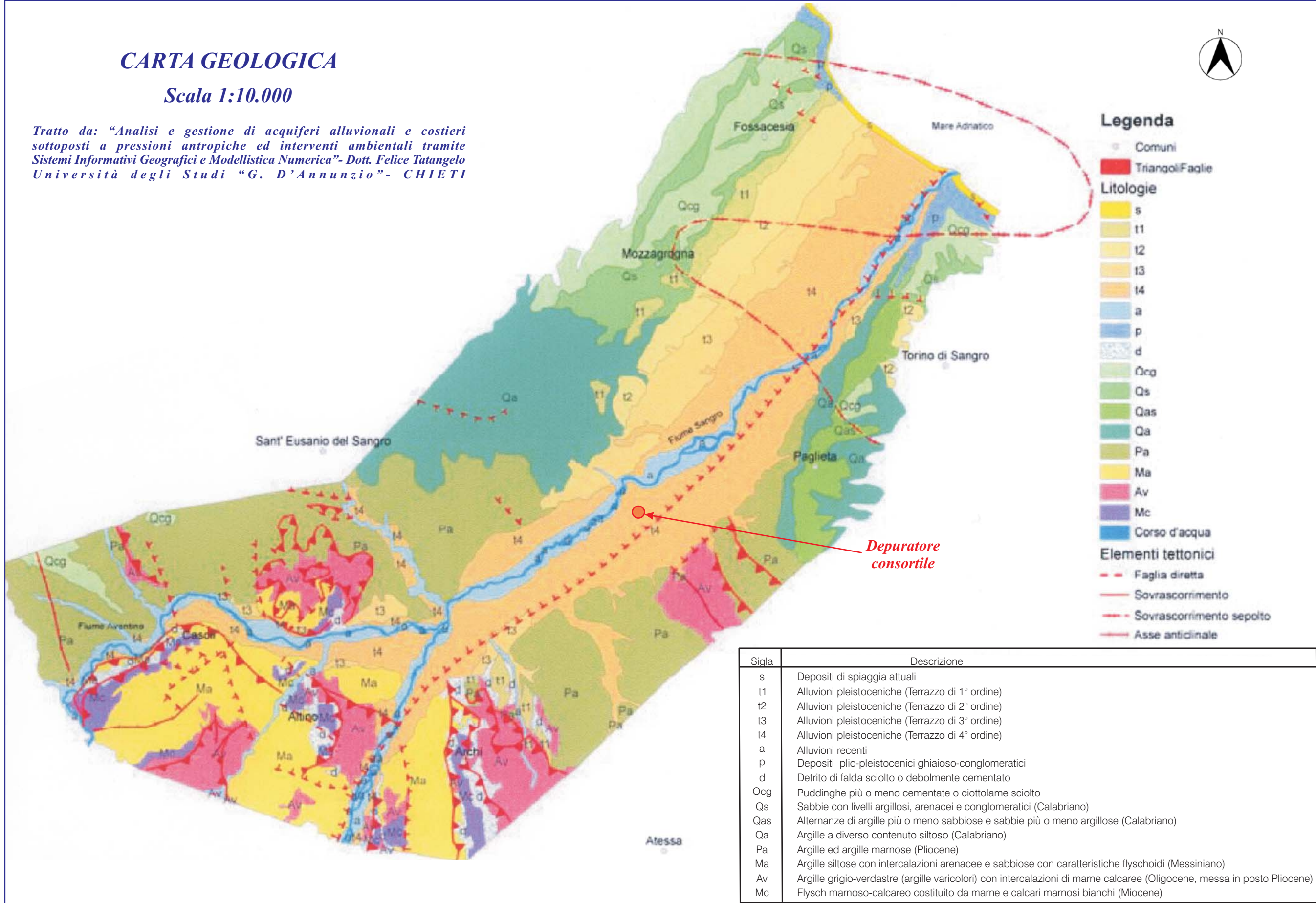
Depositi di origine eluvio-colluviale, principalmente limoso-argillosi, formano delle coperture di spessore modesto al di sopra dei depositi alluvionali.

Depositi sabbiosi e ghiaiosi, con lenti limoso-sabbiose, talora argillose, costituiscono il terrazzo alluvionale del IV ordine, attualmente inciso dal Fiume Sangro. Le alluvioni fluviali attuali sono costituite dai depositi ghiaiosi e sabbiosi presenti nei thalweg dei principali corsi d'acqua. In prossimità della costa sono presenti depositi ghiaiosi e sabbiosi di spiaggia recenti e sabbiosi fluviali, con lenti di ciottoli, e di elaborazione litorale, relativi all'ultima ingressione marina flandriana, mentre in destra idrografica del Fiume Sangro, si rinviene un'estesa coltre detritica, derivante dal disfacimento dei depositi plio-pleistocenici.

CARTA GEOLOGICA

Scala 1:10.000

Tratto da: "Analisi e gestione di acquiferi alluvionali e costieri sottoposti a pressioni antropiche ed interventi ambientali tramite Sistemi Informativi Geografici e Modellistica Numerica"- Dott. Felice Tatangelo
Università degli Studi "G. D'Annunzio"- CHIETI



I depositi alluvionali, nell'area in esame, sono delimitati, inferiormente e lateralmente, dalle formazioni in prevalenza argillose plio-pleistoceniche dell'Avanfossa Abruzzese e Molisana. Il substrato plio-pleistocenico argilloso-limoso-sabbioso risulta essere subaffiorante in corrispondenza dei limiti dei terrazzi alluvionali di I, II e III ordine, laddove sono presenti dei depositi di copertura limoso-sabbiosi. Il substrato dei depositi alluvionali terrazzati, in prossimità della costa, è costituito dai depositi pleistocenici conglomeratico-arenacei e sabbiosi, talora limoso-sabbiosi ed argilloso-limosi, di facies variabile da marina e litorale, a fluvio-deltizia, con noduli calcarei concrezionali, crostoni evaporitici teneri biancogiallognoli, e livelli ferrettizzati.

Questi costituiscono il tetto dei sottostanti depositi plio-pleistocenici argillosi ed argilloso-sabbiosi, sovrastanti le Argille Marnose plioceniche, generalmente micacee, con componenti limose e resti vegetali, di colore prevalentemente grigio scuro, aventi uno spessore di oltre 200 m. Tali depositi poggiano sulle Argille Marnose e caotiche plioceniche sovrastanti le Argille Grigio Azzurre, a diverso tenore siltoso, con frequenti intercalazioni sabbioso-limose, marnose e subordinatamente arenacee.

In sintesi, la coltre alluvionale recente che colma il fondo vallivo nel quale scorre il Sangro è costituita prevalentemente da ghiaia e ciottoli a matrice sabbiosa e da limi sia argillosi che sabbiosi.

Questi ultimi si rinvencono soprattutto al tetto delle alluvioni e sono localizzate soprattutto in corrispondenza della zona più a valle della piana.

Dal punto di vista idrogeologico si distinguono il Complesso Idrogeologico dei Terrazzi Alti e il Complesso Idrogeologico dei Terrazzi Bassi. Al primo complesso appartengono i terrazzi di I, II e III ordine del Pleistocene inferiore e medio, costituiti in prevalenza da depositi ghiaiosi con matrice limoso-sabbiosa, alternati a lenti e livelli limoso-sabbiosi. Essi si sviluppano principalmente in sinistra idrografica e risultano in collegamento idraulico con i depositi alluvionali dei terrazzi bassi.

La ricarica della falda idrica è attribuibile prevalentemente alle acque, derivanti da precipitazioni meteoriche, che si infiltrano sia in corrispondenza dei depositi alluvionali terrazzati che dei depositi sabbioso-conglomeratici plio-pleistocenici, in collegamento idraulico con i primi. Il secondo complesso è invece costituito dai depositi alluvionali del terrazzo di IV ordine del Pleistocene superiore-Olocene e del subalveo attuale. Sono costituiti in prevalenza da ghiaie sabbiose in matrice limoso-sabbiosa, sabbie e lenti limoso-argillose. E' presente una copertura limoso-argilloso-sabbiosa estesa, seppure localmente discontinua, su buona parte della pianura alluvionale. La ricarica è connessa sia con le acque di origine appenninica che di infiltrazione superficiale di origine meteorica.

Contributi idrici derivano dall'apporto di acque di filtrazione sotterranea dai terrazzi alti e dai depositi sabbioso-conglomeratici plio-pleistocenici e della coltre alloctona. La circolazione idrica risulta fortemente influenzata dai paleoalvei (Celico, 1983). Il Complesso Idrogeologico Arenaceo-Marnoso con Corpi Arenaceo-Pelitici è costituito dai depositi plio-pleistocenici, in particolare dalle Argille Grigio Azzurre che rivestono il ruolo di acquiclude per l'acquifero alluvionale sovrastante. I motivi tettonici che interessano tale complesso permettono, localmente, la risalita di acque mineralizzate di provenienza profonda (Desiderio & Rusi, 2004). I depositi marini plio-pleistocenici, presenti sia in destra che in sinistra idrografica del Fiume Sangro, in prevalenza argillosi con intercalazioni arenaceo-conglomeratiche, sono caratterizzati da una permeabilità limitata, in corrispondenza della coltre superficiale alterata, variabile, laddove

prevalgono i termini sabbioso-conglomeratici, molto limitata, nelle aree con componenti argillose predominanti.

CARTA PIEZOMETRICA DELLA PIANA ALLUVIONALE DEL FIUME SANGRO

Scala 1:10.000

LEGENDA



Corso d'acqua



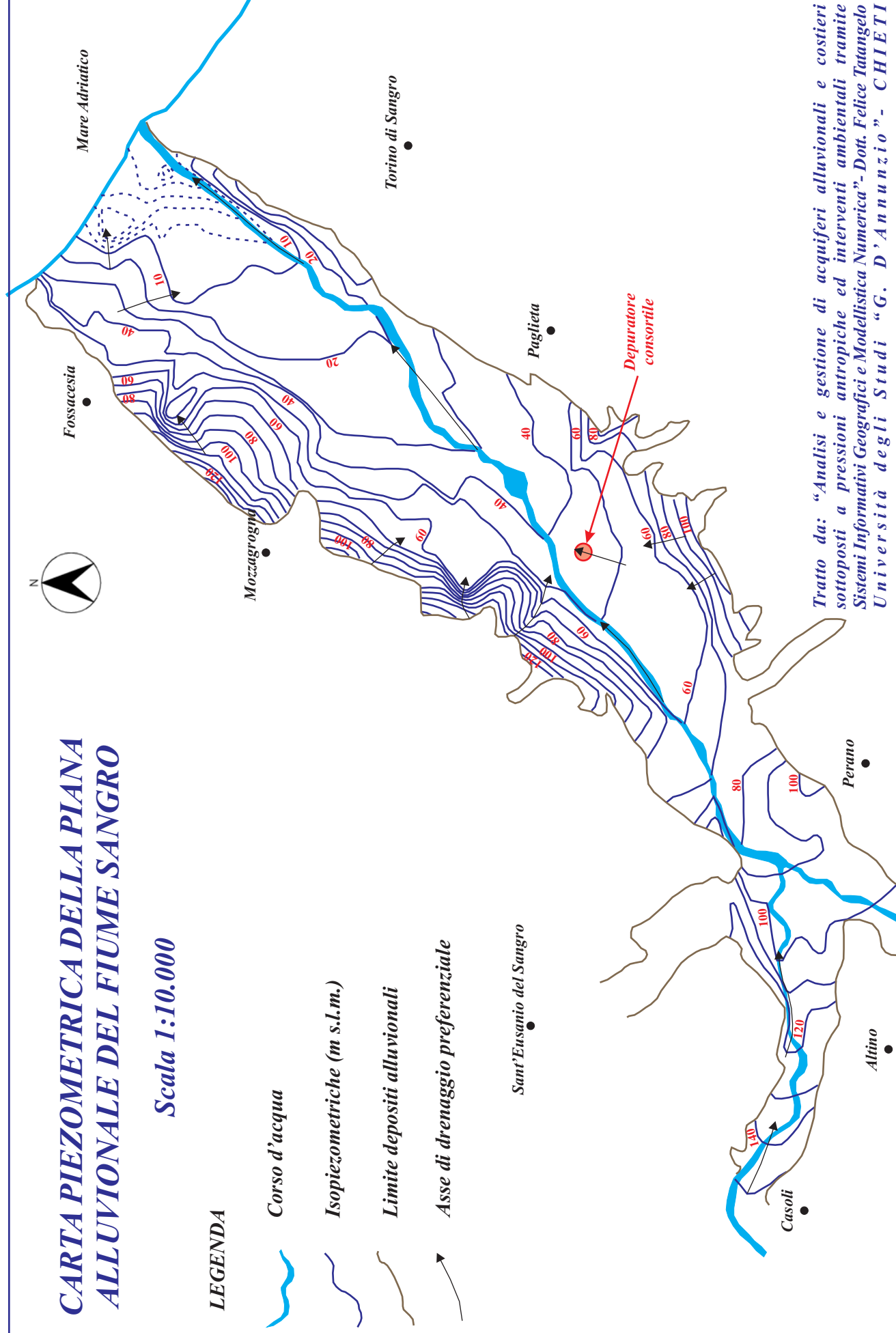
Isopiezometriche (m s.l.m.)



Limite depositi alluvionali



Asse di drenaggio preferenziale



Tratto da: "Analisi e gestione di acquiferi alluvionali e costieri sottoposti a pressioni antropiche ed interventi ambientali tramite Sistemi Informativi Geografici e Modellistica Numerica"- Dott. Felice Tatangelo
Università degli Studi "G. D'Annunzio" - CHIETI

3.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE

L'area investigata è quella del Depuratore Consortile, caratterizzata da un'ampia superficie sub-pianeggiante.

A completamento del rilievo geologico e geomorfologico di superficie, sono state eseguite indagini geognostiche specifiche mediante l'esecuzione di n. 5 sondaggi meccanici con carotaggio continuo e a secco al fine di valutare la locale situazione stratigrafica dei terreni presenti.

I sondaggi sono stati spinti fino alla profondità massima di 14 m dal piano campagna.

3.1. Sondaggi geognostici

La realizzazione dei sondaggi stratigrafici ha comportato l'esecuzione delle seguenti fasi operative:

- perforazione a rotazione e carotaggio continuo a profondità prestabilita;
- descrizione stratigrafica dei termini rinvenuti;
- esecuzione di prove speditive di campagna (pocket penetrometer) ed annotazione di osservazioni per una prima caratterizzazione geotecnica del materiale.

Le perforazioni sono state eseguite con il sistema a rotazione a secco con uso di carotiere semplice ϕ 101 mm.

La percentuale di carotaggio è risultata, in media, di circa il 95%.

La descrizione stratigrafica dei termini rinvenuti durante le operazioni di perforazione è stata effettuata in maniera tale da mettere in evidenza i seguenti caratteri:

- composizione granulometrica;
- colore dominante ed eventuali screziature di ciascun litotipo;

- grado di arrotondamento e diametro dei clasti a granulometria grossolana;
- presenza di materiale di origine organica, riporti, etc;
- composizione mineralogica, tessitura e struttura;
- grado di alterazione.

Per l'acquisizione dei termini stratigrafici si rimanda alle schede allegate ed alle descrizioni riportate nel relativo paragrafo.

3.2. *Prelievo di campioni di terreno*

Il campionamento del terreno è stato effettuato a varie profondità, lungo le verticali di sondaggio.

Tali operazioni sono state eseguite attendendosi a quanto previsto dalla normativa vigente e utilizzando criteri e metodologie di riferimento quali:

- *Modalità di formazione del campione - Metodiche IRSA-CNR n. 64, Appendice I;*
- *Manuale Unichim n. 175/94, schede C-02 e C-03;*
- *US EPA Removal Program Representative Sampling Guidance – vol. 1 – soil;*
- *US EPA SOP – 2012, soil sampling;*
- *US EPA SOP – 2006, soil sampling.*

Le quote di prelievo sono indicate nelle note a piè delle stratigrafie dei sondaggi: in ogni verticale si è prelevato un campione rappresentativo dei primi metri (campione superficiale) ed un altro al contatto tra saturo e insaturo: complessivamente sono stati prelevati n° 10 campioni di terreno.

Le operazioni di campionamento sono state svolte direttamente dal Geologo di Cantiere, che ha provveduto anche ad effettuare una dettagliata documentazione fotografica.

I campioni prelevati sono stati inseriti in contenitori di vetro, chiusi e nastrati, e conservati in frigorifero fino al trasporto in laboratorio; sulle etichette sono state riportate il numero del sondaggio, la data e la quota di prelievo.

3.3 Piezometri

Si è provveduto alla realizzazione di un sistema di monitoraggio della falda, installando n. 5 piezometri costituiti da tubi atossici fenestrati e non, del diametro di 3,00'', in spezzoni da tre metri muniti di filettatura maschio/femmina.

Il tratto finestrato è stato posizionato in corrispondenza della falda.

L'intercapedine tubo-foro è stato riempito con ghiaietto calibrato e il tratto più superficiale cementato con boiacca e chiuso con pozzetto/chiusino.

I piezometri sono stati ubicati (come da planimetria allegata) in modo tale da identificare il monte ed il valle idrogeologico rispetto alla struttura industriale.

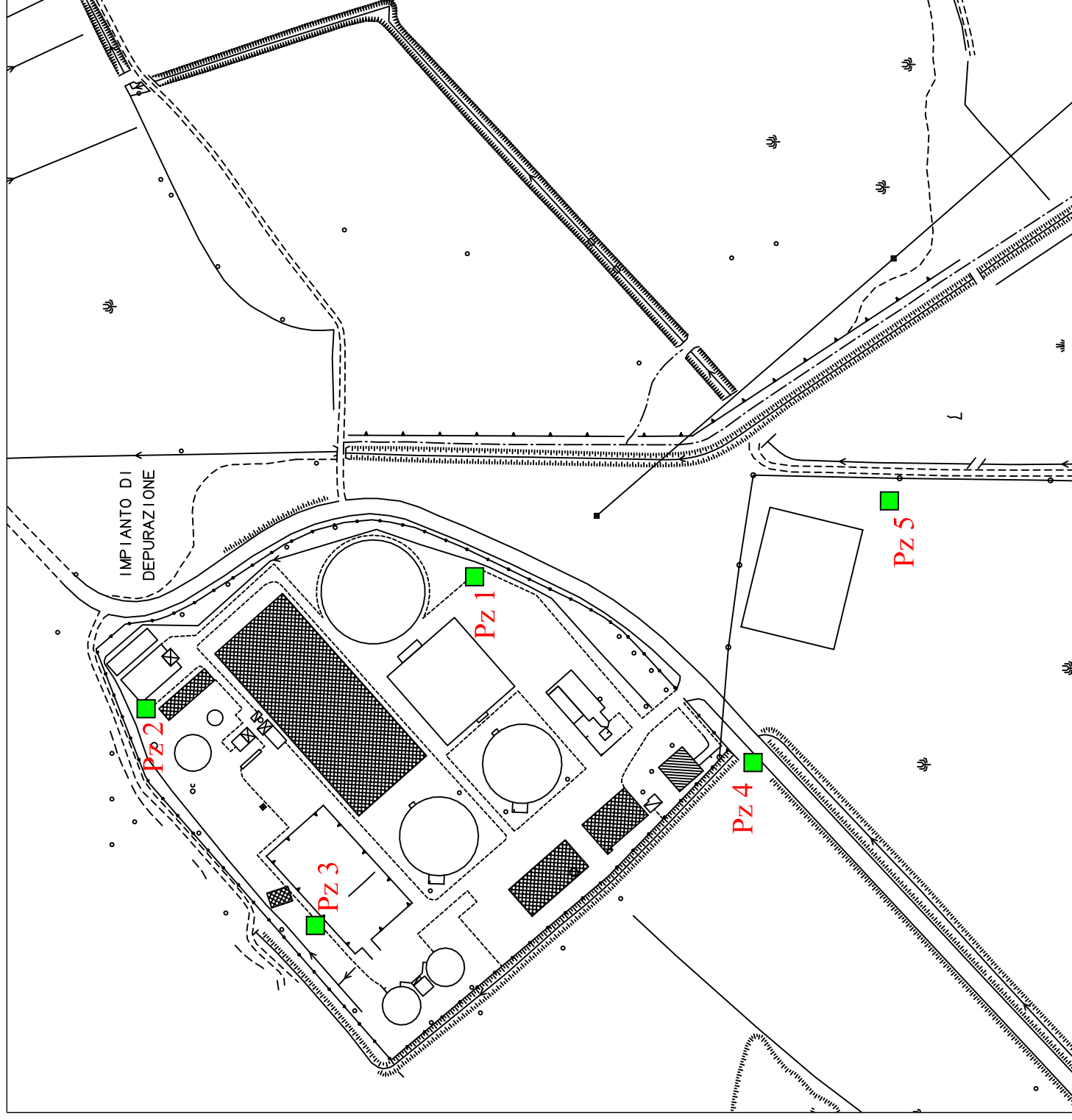
Dopo la loro installazione, tutti i piezometri sono stati sottoposti ad operazioni di spurgo, utilizzando una pompa esterna a basso numero di giri ed a portate ridotte, fino ad ottenere acqua praticamente limpida in modo da consentire il prelievo, così come richiesto dalla normativa vigente.

Le misure della superficie piezometrica sono state eseguite mediante Freatimetro elettrico O.T.R. mod. OG10, dotato di cavo in kevlar con suddivisione centimetrica.

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

LEGENDA

Pz 1  Sondaggio geognostico
+ Piezometro



3.4 Rilievo plano-altimetrico

Il rilievo plano-altimetrico della rete di piezometri è stato eseguito con l'ausilio di strumentazione di dettaglio G.P.S. con post-processing dei dati.

Il rilievo ha consentito di definire i rapporti altimetrici tra tutti i piezometri di monitoraggio della falda per la ricostruzione della morfologia e della direzione di flusso preferenziale.

3.5 Prelievo di acqua di falda

Il campionamento delle acque di falda è stato effettuato dalla rete di piezometri mediante l'utilizzo di una pompa sommersa a campionamento dinamico ma con portate ridotte (*EPA/540/S-95/504, Aprile 1996*) al fine di ridurre i fenomeni di modificazione chimico-fisica delle acque, quali trascinamento di colloidali presenti nell'acquifero e/o reazioni di ossidoriduzione.

Il prelievo è stato preceduto da una fase di spurgo, condotta fino ad ottenimento di acqua chiara, e comunque dopo aver estratto volumi d'acqua pari a 6 – 8 volte il volume di ciascun piezometro.

Prima di ogni campionamento si è provveduto ad effettuare l'avvinamento dei contenitori, costituiti da bottiglie in vetro scuro del volume di 2 litri.

3.6 Analisi chimiche di laboratorio

I campioni di terreno (n.10) prelevati nel corso dei sondaggi e delle acque di falda (n. 5) sono stati inviati per le analisi chimiche presso il laboratorio **Biochem S.a.s.** di Lanciano.

I campioni di terreno sono stati contraddistinti dalla sigla Pz_n seguita dalla profondità di prelievo mentre i campioni d'acqua sono stati siglati solo con l'indicazione del numero di piezometro.

Le determinazioni sui terreni e sulle acque sono state eseguite applicando i metodi ufficiali di analisi, previsti dalla normativa vigente, riportati nei certificati allegati per ciascun elemento.

I risultati di tali analisi sono stati confrontati con i limiti di qualità stabiliti dal Dlgs 152/06, allegato 5 *“concentrazione soglia di contaminazione nel suolo, sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti”* tabella 1 B per quanto riguarda la matrice terreno e tabella 2 per le acque sotterranee.

Per ogni campione analizzato si allega il relativo certificato/rapporto di prova.

4.0 RISULTATI DELLE INDAGINI

4.1 Stratigrafia di dettaglio

I sondaggi geognostici eseguiti hanno permesso di ricostruire la stratigrafia litologica del sito in esame.

Il sottosuolo risulta costituito, dall'alto verso il basso, da:

- **Materiale di riporto del piazzale**: costituito da asfalto e ghiaia eterometrica in matrice limoso-sabbiosa. Lo spessore risulta lateralmente variabile da 0.2 a 3.0 m nel sondaggio 3, eseguito in prossimità di un accumulo di materiale;
- **Depositi alluvionali fini**: rappresentano la chiusura del ciclo alluvionale e sono formati da limi sabbioso-argillosi, di colore avana-brunastro o marroncino, con ciottoli sparsi, poco consistenti, con inclusi carbonatici biancastri subarrotondati e carboniosi nerastri. Lo spessore di tali sedimenti è risultato di circa 1.0 m. Solo nel sondaggio Pz2 l'orizzonte limoso è assente e non si riscontra soluzione di continuità tra il materiale di riporto del piazzale e le ghiaie del materasso alluvionale.
- **Depositi alluvionali grossolani**: rappresentano il materasso alluvionale e sono formati da ghiaie poligeniche ed eterometriche in matrice limo-sabbiosa rossastra, a luoghi anche abbondante. All'interno di tali depositi è stata rinvenuta una falda idrica in leggera pressione. Le quote di rinvenimento sono risultate variabili da -7.0 m in S3 a -5.0 m in S1 dal p.c.

4.2 Ricostruzione della superficie piezometrica

Dal punto di vista idrogeologico il sottosuolo è caratterizzato, come già accennato nel capitolo precedente, da sedimenti alluvionali con una permeabilità idraulica medio-alta.

Questi depositi costituiti prevalentemente da ghiaie e ciottoli, con livelli di limi sabbiosi al tetto, possono essere raggruppati in un'unica formazione idrogeologica (acquifero), permeabile per porosità interstiziale e caratterizzata da un coefficiente di permeabilità k compreso tra 10^{-2} e 10^{-3} m/s per le ghiaie e 10^{-4} e 10^{-5} m/s per i limi.

Il substrato di questa coltre alluvionale è rappresentato dalle argille grigie siltose del Calabriano (*Pleistocene*), rinvenibile, sull'ascorta di indagini eseguite in aree limitrofe, alla profondità di circa 20 m dal p.c.

Detto acquifero è alimentato dalle acque di infiltrazione, da sversamenti diretti provenienti dai terrazzi alluvionali e probabilmente, nei periodi di piena, dalle acque del fiume Sangro.

In base alla rete di monitoraggio, costituita dai quattro piezometri installati nei fori di sondaggio e da cinque piezometri installati nell'area del vicino depuratore consortile, è stato possibile, interpolando tramite il software TRISPACE 8 della GEOSTRU le quote dei livelli di falda dei singoli piezometri, ricostruire la morfologia della falda.

Per ogni piezometro sono state misurate la quota s.l.m. della testa e la profondità della falda dal boccaforo (soggiacenza): per differenza si è ottenuta, quindi, la quota piezometrica s.l.m.

Nella Tabella seguente vengono riportati, per ogni piezometro, gli elementi di riferimento sopra indicati.

Piezometro	Quota boccaforo piezometro <i>m s.l.m.</i>	Profondità falda dal boccaforo <i>m.</i>	Livello piezometrico <i>m s.l.m.</i>
Pz1	60,479	- 3,44	57,039
Pz2	59,580	- 2,91	56,670
Pz3	61,458	- 4,50	56,958
Pz4	62,060	- 4,10	57,960
Pz5	61,051	-3.34	57,711

La morfologia della falda di sub alveo (ricostruita nella carta della *Piezometria dell'Area in Studio*) è riferita al 19 Dicembre 2006.

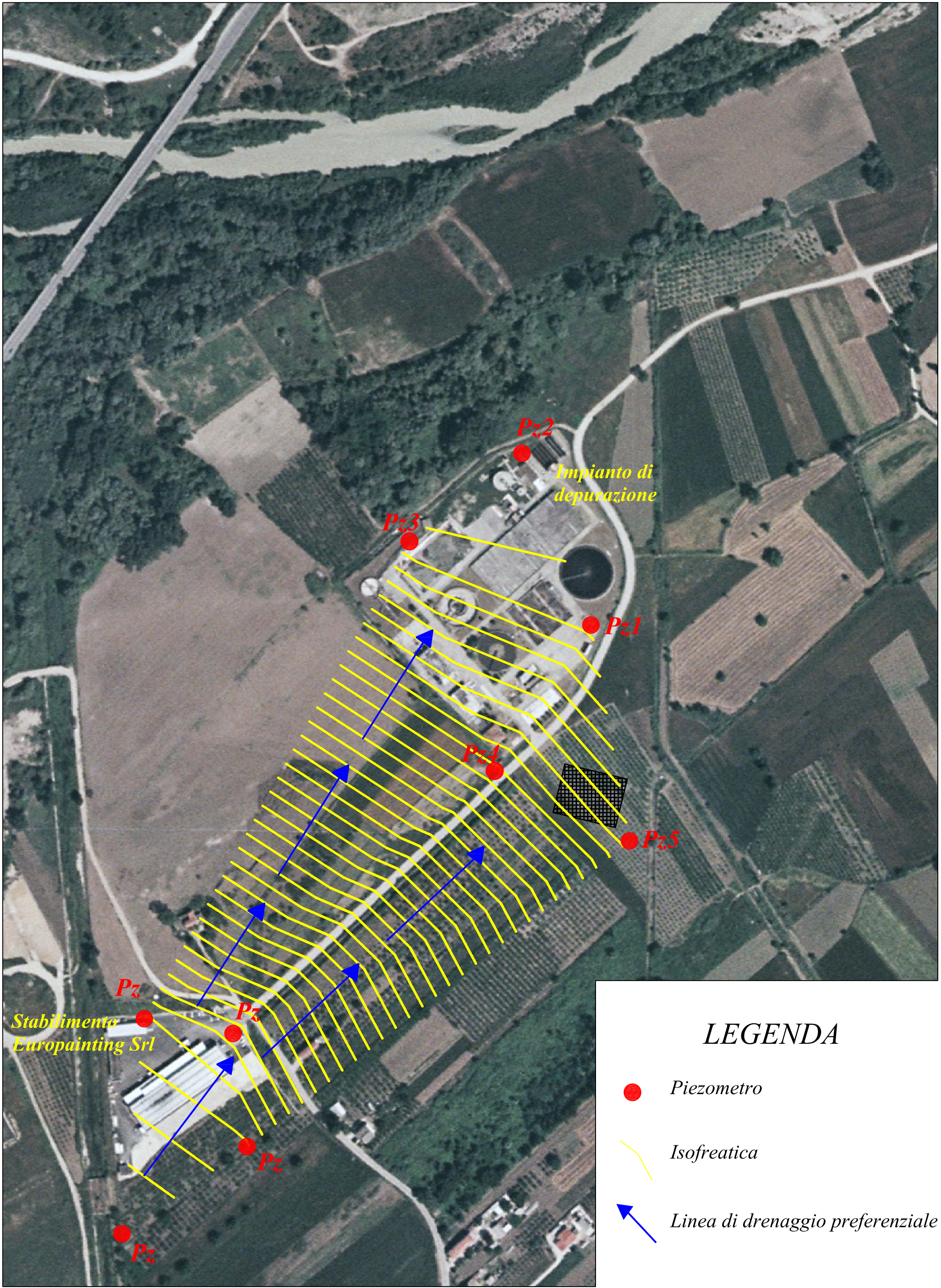
Dalla ricostruzione della morfologia della falda si rileva una direzione di flusso principale (drenaggio preferenziale) orientato in direzione SW-NE, verso il fiume Sangro.

Riassumendo quindi (dai dati stratigrafici dei sondaggi e dalla ricostruzione della morfologia della falda), il sito sotto il profilo idrogeologico risulta caratterizzato:

- a) da un'acquifero costituito prevalentemente da ghiaie e ciottoli con livelli di limi sabbiosi al tetto;
- b) dalla presenza di una falda di tipo freatico, a tratti in pressione, all'interno dell'acquifero sopra descritto;
- c) da un flusso della falda (drenaggio preferenziale) orientato prevalentemente in direzione SW-NE che indica, almeno in questo periodo di rilevamento, un drenaggio della falda da parte del fiume (falda che alimenta il fiume);

- d) da quote piezometriche comprese tra 56,67 metri s.l.m., in corrispondenza del punto più a valle indagato (Pz2), a 57,96 m. s.l.m. in corrispondenza del punto Pz4 ubicato a monte idrogeologico, con un soggiacenza della falda estremamente omogenea e gradiente piezometrico pressoché uniforme.
- e) il Piezometro Pz4, ubicato sul lato SE del sito, rappresenta il cosiddetto “bianco” per le acque sotterranee (qualità delle acque in ingresso al sito).

PIEZOMETRIA DELL'AREA IN STUDIO



4.4 Qualità dei terreni e delle acque sotterranee

I risultati delle analisi dei terreni sono stati confrontati con i limiti di cui alla tabella 1B del Dlgs. 152/06 allegato 5 “*concentrazione soglia di contaminazione nel suolo, sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d’uso dei siti*” per siti ad uso industriale mentre per le acque i risultati sono stati confrontati con i VCLA della tabella 2 dello stesso decreto.

4.4.1 Terreni

Come detto in precedenza, lungo ciascuna verticale di sondaggio sono stati prelevati due campioni di terreno: uno superficiale, alla profondità di circa 1,50 m dal p.c., e l’altro nel tratto compreso tra la zona satura e l’insaturo, generalmente al di sotto dei 4.0 metri dal p.c.

Come si evince dai certificati riportati in allegato, i risultati analitici sui campioni di terreno prelevati non evidenziano segni di contaminazioni, le concentrazioni sia dei metalli sia delle altre sostanze ricercate sono molto al di sotto dei VCLS (valori di concentrazione limite di soglia).

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle analisi chimiche eseguite sui campioni di terreno.

CONSORZIO ASI SANGRO - TABELLA RIASSUNTIVA DELLE ANALISI CHIMICHE ESEGUITE SU CAMPIONI DI TERRENO

CAMPIONE DI TERRENO		Pz1	Pz1	Pz2	Pz2	Pz3	Pz3	Pz4	Pz4	Pz5	Pz5	Dlgs 152/06
Prof. di prelievo [m dal p.c.]		1,45-1,54	4,00-4,30	1,45-1,70	4,00-4,30	1,45-1,70	4,00-4,30	1,55-1,70	4,00-4,40	1,45-1,60	4,00-4,30	All.5 parte IV
Rapporto di prova N.		07/0653,1	07/0653,2	07/0653,3	07/0653,4	07/0653,5	07/0653,6	07/0653,7	07/0653,8	07/0653,9	07/0653,10	Tab.1 - CSC
RISULTATI ANALITICI:		U.M.										
Concentrazione ioni idrogeno	pH	7,4	7,4	7,3	7,5	7,6	7,4	7,3	7,6	7,4	7,6	
Arsenico (As)	µg/l	2,90	< 1,00	1,50	< 1,00	< 1,00	2,00	2,60	< 1,00	1,60	< 1,00	50,000
Cadmio (Cd)	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	15,000
Cromo totale (Cr)	µg/l	25,20	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	22,30	34,60	< 5,00	< 5,00	< 5,00	800,000
Cromo VI (Cr)	µg/l	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	15,000
Mercurio (Hg)	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	5,000
Piombo (Pb)	µg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	1000,000
Rame (Cu)	µg/l	35,80	21,60	17,00	2,90	24,90	35,30	30,20	15,70	31,50	6,50	600,000
Zinco (Zn)	µg/l	104,20	21,60	30,10	4,60	16,70	57,40	72,80	9,00	47,70	7,50	1500,000
Idrocarburi leggeri C<12	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	250,000
Idrocarburi pesanti C>12	µg/l	193,00	189,00	105,00	21,90	16,50	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	16,50	750,000
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI:												
Benzene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	2,000
Etilbenzene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	50,000
Stirene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	50,000
Toluene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,02	50,000
Xilene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	50,000
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI:												
Triclorometano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	5,000
Diclorometano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	5,000
Clorometano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	5,000
Cloruro di vinile	µg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,100
1,2 - Dicloroetano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	5,000
1,1 - Dicloroetilene	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1,000
1,2 - Dicloropropano	µg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	5,000
1,1,2,2 - Tetracloroetano	µg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	10,000
Tetracloroetilene (PCE)	µg/l	< 0,01	< 0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,05	20,000
1,1,2 - Tricloroetano	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	15,000
Tricloroetilene	µg/l	< 0,01	0,06	0,03	0,05	0,01	0,16	0,03	0,04	0,02	0,11	10,000
1,2,3 - Tricloropropano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	10,000
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI:												
1,1 - Dicloroetano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	30,000
1,2 - Dicloroetilene	µg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	15,000
1,1,1 -Tricloroetano	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	50,000
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI												
Benzo (a) antracene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	10,000
Benzo (a) pirene	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	10,000
Benzo (b) fluorantene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	10,000
Benzo (k) fluorantene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	10,000
Benzo (g,h,i) perilene	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	10,000
Crisene	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	50,000
Dibenzo (a) pirene	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	10,000
Dibenzo (a,h) antracene	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	10,000
Indenopirene	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	5,000
Pirene	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	50,000

Analisi eseguite dalla BIOCHEM sas - Via Colle Pizzuto, 105 - 66034 LANCIANO (CH)

4.4.2 Acque sotterranee

Le analisi eseguite nei campioni di acqua di falda prelevati dai 5 punti di monitoraggio, non hanno evidenziato segni di contaminazioni: anche in questo caso le concentrazioni delle sostanze ricercate sono molto al di sotto dei VCLA, fatta eccezione per due composti alifatici clorurati: il dicloropropano ed il dicloroetilene.

Il dicloropropano è stato riscontrato in tre campioni d'acqua (Pz1, Pz2 e Pz3) con valori uguali o leggermente superiori al valore limite.

Valori decisamente maggiori del valore di soglia è quello del dicloroetilene: in questo caso, però, è da notare la presenza di tale composto è stata riscontrata in tutti i campioni d'acqua esaminati, compreso quello prelevato nel piezometro Pz4, che rappresenta il “monte” idrogeologico, dove, per altro è stata rilevata la maggiore concentrazione.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle analisi chimiche eseguite sui campioni di acqua di falda ed i plot di isoconcentrazione dei due composti alifatici per i quali è stato riscontrato il superamento dei valori di soglia.

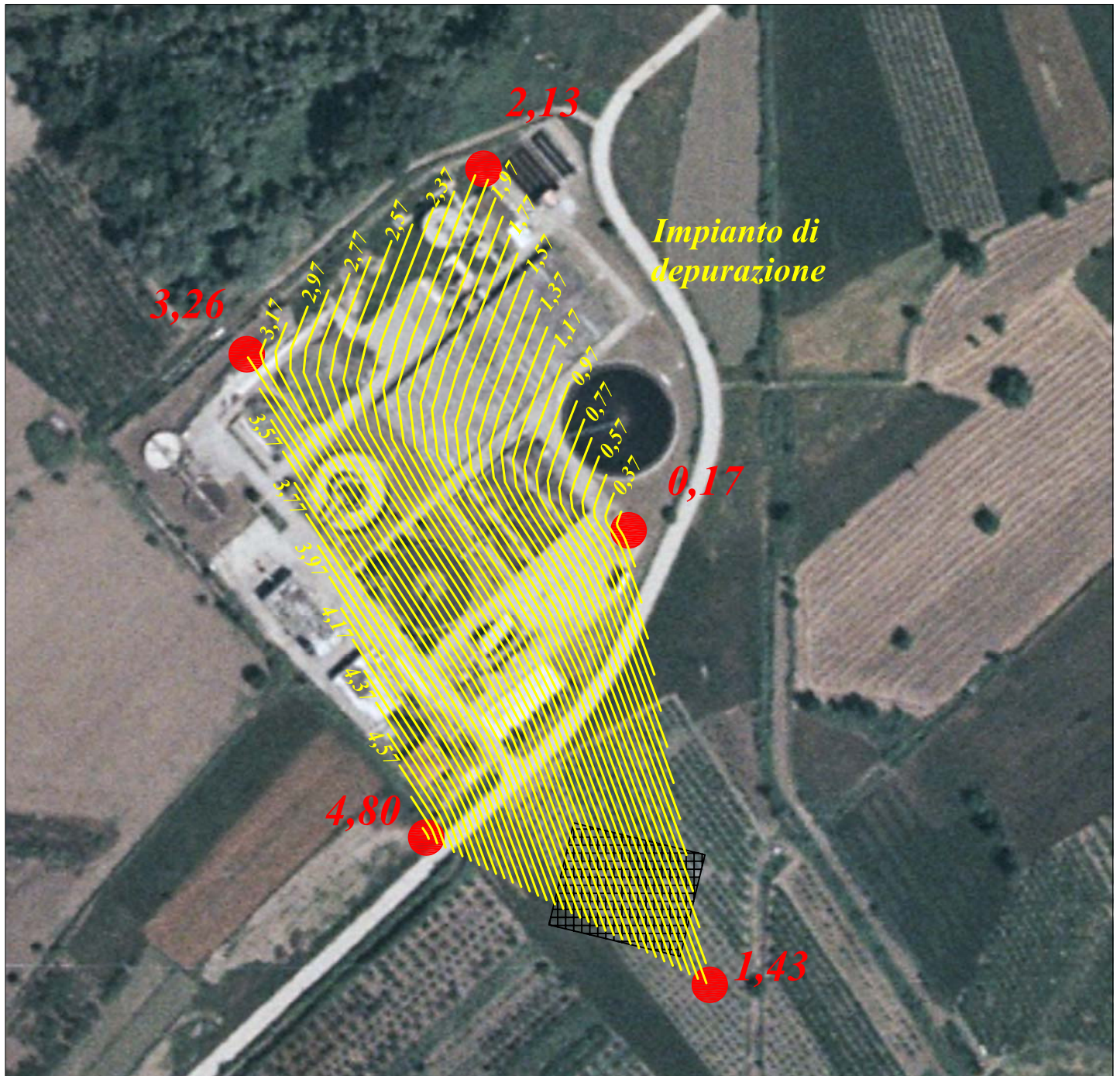
CONSORZIO ASI SANGRO - TABELLA RIASSUNTIVA DELLE ANALISI CHIMICHE ESEGUITE SU CAMPIONI DI ACQUE DI FALDA

CAMPIONE DI ACQUA		Pz1	Pz2	Pz3	Pz4	Pz5	Dlgs 152/06 All.5 parte IV Tab.2 - CSC
Rapporto di prova N.		07/0652,1	07/0652,2	07/0652,3	07/0652,4	07/0652,5	
RISULTATI ANALITICI:	U.M.						
Concentrazione ioni idrogeno	pH	7,12	7,1	7,18	7,22	7,16	
Alluminio (Al)	µg/l	< 20,00	< 20,00	< 20,00	< 20,00	< 20,00	200,000
Arsenico (As)	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	10,000
Cadmio (Cd)	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	5,000
Cromo totale (Cr)	µg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	50,000
Cromo VI (Cr)	µg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	5,000
Mercurio (Hg)	µg/l	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	1,000
Piombo (Pb)	µg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	10,000
Rame (Cu)	µg/l	< 10,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00	1000,000
Selenio (Se)	µg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	10,000
Zinco (Zn)	µg/l	12,00	12,00	32,00	22,00	26,00	3000,000
Cianuri liberi (CN-)	µg/l	< 10,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00	< 10,00	50,000
Idrocarburi totali	µg/l	< 35,00	< 35,00	< 35,00	< 35,00	< 35,00	350,000
Nitriti (NO ₂ ⁻)	µg/l	0,05	0,03	0,09	0,04	0,04	500,000
Solfati (SO ₄ ²⁻)	µg/l	48,00	36,00	42,00	41,00	39,00	250,000
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI:							
Benzene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	1,000
Etilbenzene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	50,000
Stirene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	25,000
Toluene	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	15,000
para-Xileni	µg/l	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	10,000
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI:							
Triclorometano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,150
Clorometano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1,500
Cloruro di vinile	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,15	< 0,01	0,500
1,2 - Dicloroetano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	3,000
1,1 - Dicloroetilene	µg/l	0,17	2,13	3,26	4,80	1,43	0,050
1,2 - Dicloropropano	µg/l	0,20	0,22	0,15	< 0,01	0,11	0,150
Esaclorobutadiene	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,150
1,1,2,2 - Tetracloroetano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,050
Tetracloroetilene	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1,100
1,1,2 - Tricloroetano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,200
Tricloroetilene	µg/l	0,50	0,24	1,28	0,23	0,65	1,500
1,2,3 - Tricloropropano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,001
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI:							
1,1 - Dicloroetano	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	810,000
1,2 - Dicloroetilene	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	60,000
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI							
Benzo (a) antracene	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,100
Benzo (a) pirene	µg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,010
Benzo (b) fluorantene	µg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,100
Benzo (k) fluorantene	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,050
Benzo (g,h,i) perilene	µg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,010
Crisene	µg/l	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	5,000
Dibenzo (a,h) antracene	µg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,010
Indeno (1,2,3-c,d) pirene	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,100
Pirene	µg/l	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	50,000

Analisi eseguite dalla BIOCHEM sas - Via Colle Pizzuto, 105 - 66034 LANCIANO (CH)


LINEE DI ISOCONCENTRAZIONE DEL DICLOROETILENE

Dlgs 152-06 All. 5 parte IV Tab. 2 - CSC 0,050 $\mu\text{g/l}$



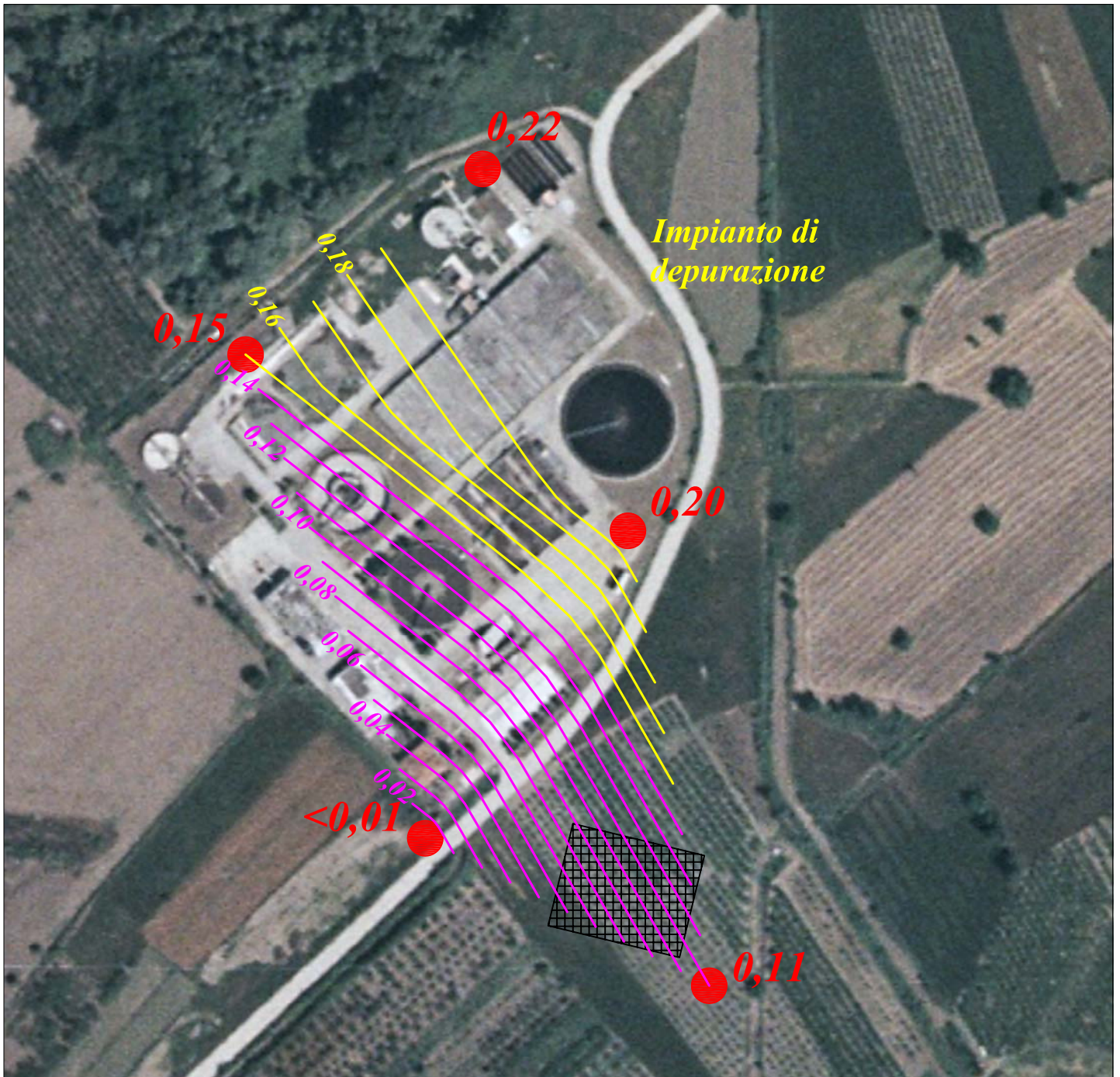
LEGENDA

4,80 ● *Punto di campionamento delle acque
(con relativo valore di concentrazione espresso in $\mu\text{g/l}$)*


 *Curva di isoconcentrazione*

LINEE DI ISOCONCENTRAZIONE DEL DICLOROPROPANO

Dlgs 152-06 All. 5 parte IV Tab. 2 - CSC 0,150 $\mu\text{g/l}$



LEGENDA

- 4,80** ● *Punto di campionamento delle acque
(con relativo valore di concentrazione espresso in $\mu\text{g/l}$)*
-  *Curva di isoconcentrazione:
giallo= oltre la soglia CSC; magenta= sotto la soglia CSC*

5.0 CONCLUSIONI

Lo studio è stato finalizzato alla caratterizzazione geologica, idrogeologica ed alla verifica della qualità delle matrici terreno e acque sotterranee dell'area interessata dal Depuratore del Consorzio Area di Sviluppo Industriale del Sangro.

Le indagini in sito hanno evidenziato la presenza di una coltre alluvionale recente che colma il fondo vallivo nel quale scorre il Sangro, costituita prevalentemente da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa e da limi sia argillosi che sabbiosi.

Si tratta di sedimenti a permeabilità medio-alta che contengono, al loro interno, una cospicua falda idrica il cui livello piezometrico è stato rinvenuto alla profondità media di circa - 4.0 m dal piano campagna.

Il monitoraggio piezometrico ha permesso di ricostruire la morfologia della falda, di identificare le direzioni preferenziali di drenaggio e di flusso e quindi di identificare il “monte” ed il “valle” idrogeologico, così da poter valutare anche il valore di fondo (background) delle concentrazioni dei vari parametri analizzati in ingresso al sito (Pz4 e Pz5).

Si è così evidenziato una direzione di flusso principale orientata in direzione SW-NE, ossia verso il F. Sangro.

Le analisi chimiche di laboratorio, eseguite su n. 10 campioni di terreno e su n. 5 campioni di acqua di falda, non rilevano nelle due matrici investigate contenuti al di sopra dei valori di concentrazione soglia CSC, stabiliti dal Dlgs 152/06, tabella 1 B e tabella 2 dell'allegato 5 “concentrazione soglia di contaminazione nel suolo, sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti”, fatta eccezione per il dicloropropano e per il dicloroetilene, composti alifatici clorurati presenti in tutti i campioni di acqua esaminati, anche in quelli prelevati nelle acque in entrata nella zona del depuratore.

La rete di piezometri servirà anche in futuro a monitorare la qualità delle acque ed a evidenziare tempestivamente eventuali sversamenti accidentali, permettendo, inoltre, di ricostruire l'andamento dei contaminanti.

Atessa, Aprile 2007

 **Dr. Geol. Nicola Tullo**