



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
 MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA ACQUEDOTTISTICO
 DEL PESCHIERA PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO
 DI ROMA CAPITALE E DELL'AREA METROPOLITANA

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ING. PhD MASSIMO SESSA

SUB COMMISSARIO ING. MASSIMO PATERNOSTRO

aceq
 acqua
 ACEA ATO 2 SPA



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. PhD Alessia Delle Site

SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Avv. Vittorio Gennari


Sig.ra Claudia Iacobelli

Ing. Barnaba Paglia

CONSULENTE

Ing. Biagio Eramo

aceq
 Ingegneria
 e servizi



ELABORATO
A194PDS4C ROO1 4

COD. ATO2 APE10116

DATA **DICEMBRE 2019** SCALA

Progetto di sicurezza e ammodernamento
 dell'approvvigionamento della città
 metropolitana di Roma
 "Messa in sicurezza e ammodernamento del sistema
 idrico del Peschiera",
 L.n.108/2021, ex DL n.77/2021 art. 44 Allegato IV


AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1	MAR-20	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
2	GEN-21	AGGIORNAMENTO CARTIGLIO	
3	SETT-21	AGGIORNAMENTO ELABORATI	
4	OTT-22	AGGIORNAMENTO UVP	
5			
6			
7			

**NUOVO TRONCO SUPERIORE ACQUEDOTTO
 DEL PESCHIERA
 dalle Sorgenti alla Centrale di Salisano**

CUP G33E17000400006

PROGETTO DEFINITIVO

TEAM DI PROGETTAZIONE
CAPO PROGETTO
 Ing. Angelo Marchetti
ASPETTI AMBIENTALI E COORDINAMENTO SIA
 Ing. Nicoletta Stracqualursi
Hanno collaborato:
 Ing. Geol. Eliseo Paolini
 Ing. Viviana Angeloro
 Paes. Fabiola Gennaro



PARTE 4 – QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

**COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO:
 RELAZIONE**

REFERENTI INTERNI: Geol. Stefano Tosti, Ing. Geol. Eliseo Paolini, Geol. PhD Paolo Caporossi

INDICE

1. Premessa.....	3
2. Introduzione	4
3. Inquadramento geologico	5
3.1 Assetto strutturale e tettonico di dettaglio.....	9
4. Elementi di sismicità regionale.....	12
5. Inquadramento idrogeologico	24
5.1 Modello idrogeologico regionale di sintesi	27
6. Aspetti geomorfologici	36
6.1 Problematiche geologiche della piana di San Vittorino	37
6.2 Instabilità del versante delle Sorgenti del Peschiera	39
6.3 Problematiche di carattere geomorfologico lungo il tracciato di progetto.....	41
6.4 Fenomeni di subsidenza	44
6.5 Suoli dell’area	45
7. Serie stratigrafica locale	51
7.1 Descrizione litologica e stratigrafica	51
7.2 Analisi chimiche eseguite su litotipi rocciosi	58
8. Aspetti geologico tecnici.....	61
8.1 Caratterizzazione geomeccanica e geostrutturale dei litotipi rocciosi	61
8.2 Caratterizzazione geotecnica dei depositi quaternari.....	64
8.3 Determinazione dei parametri di deformazione dalle indagini sismiche	65
8.4 Definizione del modello geologico-tecnico e sismo-stratigrafico	66
9. Idrogeologia di dettaglio	69
9.1 Misure di portata in alveo	69

9.2	Misure piezometriche	71
9.3	Caratterizzazione degli acquiferi.....	75
9.4	Analisi di qualità delle acque	77
9.5	Valutazioni sull'interazione tra contesto idrogeologico ed opera in progettazione	80
10.	<i>Vulnerabilità degli acquiferi</i>	84
11.	<i>Stima degli impatti</i>	86
11.1	Impatti durante le fasi di cantiere.....	86
11.2	Impatti durante le fasi di esercizio.....	87
11.3	Azioni di mitigazione e provvedimenti preventivi durante le fasi di cantiere.....	88
11.4	Azioni di mitigazione e provvedimenti preventivi durante le fasi di esercizio.....	90

1. PREMESSA

La normativa di riferimento per tali progetti che è stata considerata nel redigere il capitolo specifico del presente studio ha seguito i riferimenti di seguito elencati:

- Decreto Ministeriale Lavori Pubblici 11 marzo 1988 "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*".
- Circolare Ministero Lavori Pubblici n. 30483 (Pres. Cons. Superiore Servizio Tecnico Centrale, 24 settembre 1988).
- D.M. 23 luglio 1983 "*Aggiornamento delle zone sismiche della Regione Lazio*". G.U. 24 agosto 1983, n. 231.
- D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "*Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*". G.U. 5 febbraio 1996, n. 29.
- Decreto Ministeriale n. 471 del 25/10/1999 "*Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni*".
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- Legge 152/2006 – "*Norme in materia ambientale*". G.U. n. 88 del 14/04/2006 - S.O. n. 96 ed integrazioni (Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale. (GU n. 24 del 29-1-2008- Suppl. Ordinario n.24).

2. INTRODUZIONE

L'area di studio investigata per la nuova opera rientra nell'ambito del territorio della Provincia di Rieti interessando dal punto di vista amministrativo i seguenti comuni: Castel Sant'Angelo, Cittaducale, Rieti, Belmonte in Sabina, Longone Sabino, Concerviano, Torricella in Sabina, Montenero Sabino, Mompeo, Monte San Giovanni in Sabina e Salisano (Figura 1). Si tratta di un territorio dall'orografia collinare, delimitato a Nord dalla Piana di San Vittorino e dalla Piana di Rieti ed interessato dalle valli del Salto, del Turano e dalla Valle Ariana. L'abitato di Salisano, punto di arrivo dell'opera, è posto su un promontorio che si affaccia verso la valle del Tevere e delimita verso Sud l'area investigata.

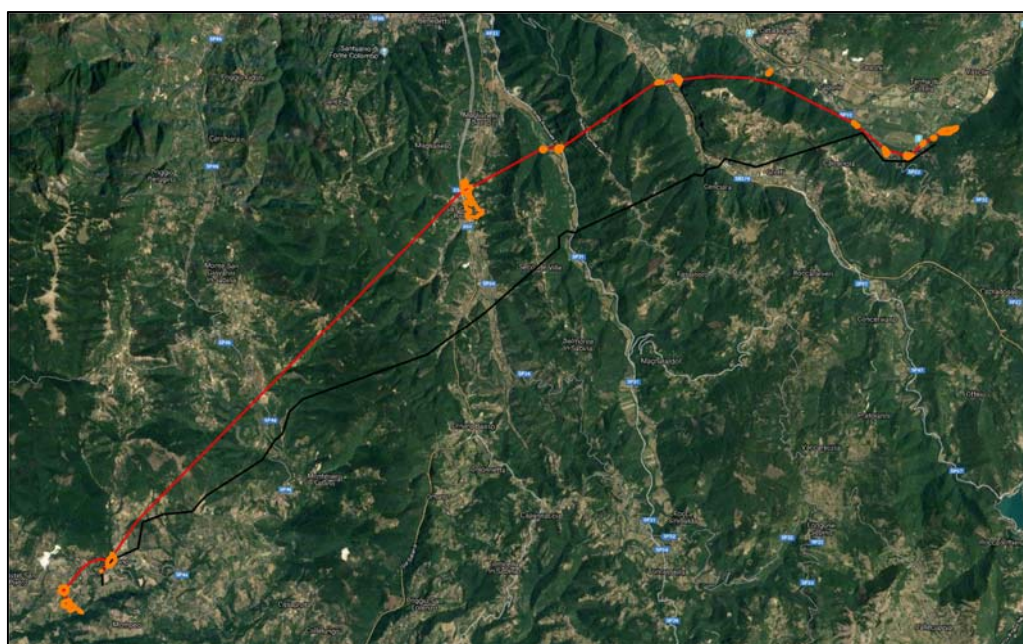


Figura 1 - Posizione geografica delle opere di progetto. Il tracciato di progetto è individuato dalla linea rossa, mentre la linea nera rappresenta la posizione dell'acquedotto esistente. I poligoni arancioni individuano le aree di cantiere.

Le tratte di scavo in galleria e dei singoli manufatti di progetto realizzati nelle aree di cantiere seguono un tracciato altimetrico riportato negli elaborati di progetto, oggetto di analisi degli impatti.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area interessata dal presente progetto è situata in Appennino Centrale e ricade, quasi interamente, nel gruppo dei Monti Sabini, con la sola eccezione dell'area della sorgente del Peschiera, situata in corrispondenza del contatto tettonico tra la struttura sabina e le unità carbonatiche di piattaforma della dorsale di M. Nuria (Figura 2). L'Appennino Centrale è un sistema catena/avanfossa vergente verso il Mare Adriatico (Bally *et al.*, 1986; Patacca *et al.*, 1991; Cosentino *et al.*, 2010) e la sua strutturazione avviene per effetto della subduzione verso W della crosta continentale che costituisce l'avampaese adriatico (Doglioni *et al.*, 1996). La fase orogenica compressiva ha inizio nel Miocene e procede tramite la migrazione verso NE del fronte compressivo, tuttora in atto (Bally *et al.*, 1986; Boccaletti *et al.*, 1990; Patacca *et al.*, 1991). Durante la fase orogenica giocano un ruolo molto importante le numerose faglie dirette pre-orogeniche che controllano la fisiografia dei bacini di avanfossa e influiscono sulle traiettorie dei sovrascorrimenti più importanti (Bigi e Costa Pisani, 2005; Tavarnelli *et al.*, 2004; Carminati *et al.*, 2014). A partire dal Pliocene superiore (Galadini e Galli, 2000) le porzioni più interne della catena sono interessate da un'intensa tettonica distensiva, collegata all'apertura del Mar Tirreno, che ribassa i settori sud-occidentali della catena con rigetti di centinaia di metri. A questa fase deformativa è legata la formazione delle conche intramontane come la conca di Rieti, oltre a una intensa attività vulcanica pleistocenica nei settori peritirrenici. Attualmente, la maggior parte della catena appenninica è dominata da quest'ultimo regime distensivo, con la compressione relegata nella stretta zona frontale peri-adriatica. In tale contesto anche le zone di massimo sollevamento della catena, di solito associate alla costruzione della struttura compressiva, sono invece caratterizzate da un regime estensionale (Carminati e Doglioni, 2012). I Monti Sabini sono un importante gruppo montuoso, delimitato verso est dal sistema di sovrascorrimenti noto come linea Olevano-Antrodoco (Salvini e Vittori, 1982), affiorante nelle Valli del Turano e del Salto, e verso ovest dal complesso di depressioni e valli che costituiscono il Bacino Tiberino (Figura 2). Sono costituiti da 4 principali

unità tettono-stratigrafiche limitate da sovrascorrimenti est-vergenti (Cosentino e Parotto, 1991). Tali unità sono numerate 1,2,3 e 4, da Est verso Ovest, e i sovrascorrimenti che li delimitano sono denominati (Figura 3): 1 - Sovrascorrimento di M. Morra (indicato in verde in Figura 3), 2 –sovrascorrimento di M. Sterparo-M. Castelvecchio (indicato in arancione in Figura 3), 3 – sovrascorrimento del T. Licenza-M. Elci-M. Tancia (indicato in blu in Figura 3), 4 – linea Olevano-Antrodoco (indicata in rosso in Figura 3).

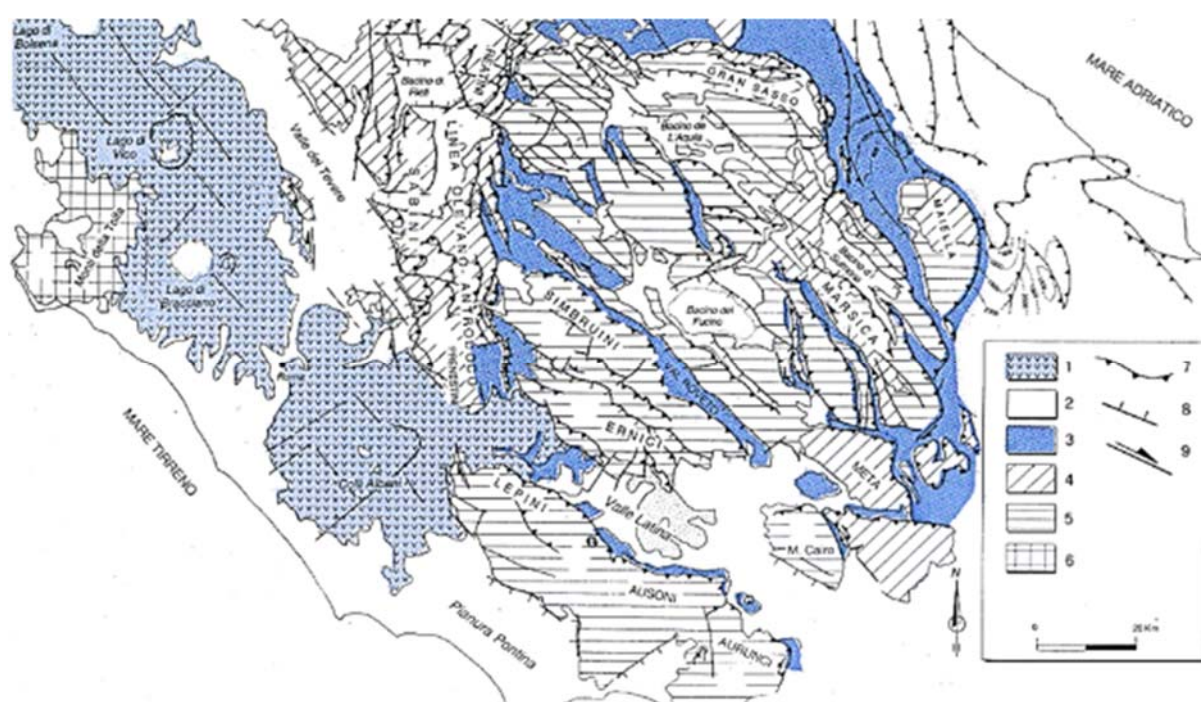


Figura 2 – Schema geologico dell'Appennino Centrale; il rettangolo rosso indica l'area oggetto del presente studio. 1-vulcaniti pleistoceniche; 2-depositi continentali plio-quadernari; 3-depositi silico-clastici mio-pliocenici; 4-depositi di transizione (dominio Sabino); 5-depositi di piattaforma Laziale-Abruzzese; 6-Complesso Tolfetano-Cerite; 7-Principali sovrascorrimenti; 8-Faglie dirette; 9-Faglie trascorrenti (da Bigi et al., 1990, modificato).

L'area in studio è compresa in massima parte nell'unità 4, ovvero tra il sovrascorrimento del Tancia e la linea Olevano-Antrodoco, con una parte nel settore sud-orientale appartenente all'unità 3, situata al tetto del sovrascorrimento di M. Tancia.

Poco oltre il limite settentrionale dell'area studiata, si colloca la piana di Rieti, una conca intramontana colmata da imponenti spessori (> 400 m) di depositi Plio-quadernari, il cui sprofondamento è da ricondursi all'azione di importanti faglie dirette in un contesto estensionale post-orogenico (Cavinato, 1993; Barberi *et al.*, 1995).

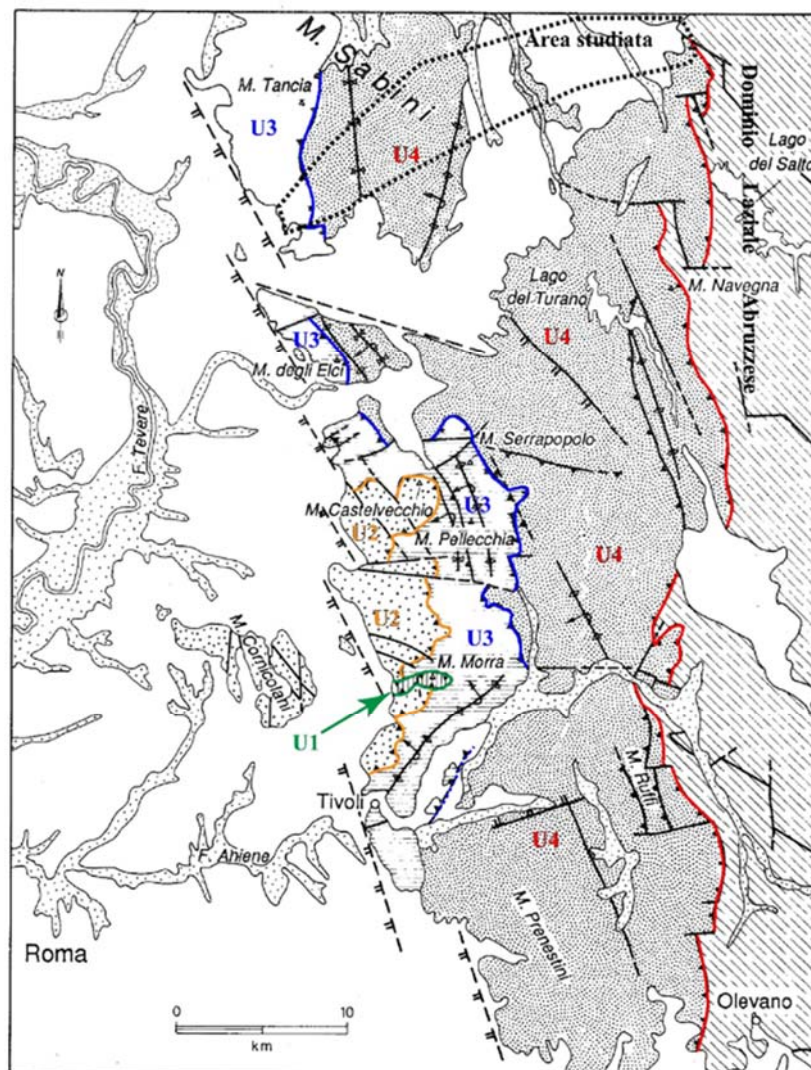


Figura 3 – Inquadramento tettonico dei M. Sabini, in bianco sono indicate le vulcaniti ed i sedimenti plio-pleistocenici; le varie unità tettoniche e i sovrascorrimenti che le delimitano sono indicate con colori diversi: verde = U1 – sovrascorrimento di M. Morra; arancione = U2 – sovrascorrimento di M. Sterparo-M. Castelvecchio; blu = U3 - sovrascorrimento di T-

Licenza-M. Elci-M. Tancia; rosso = U4 – Linea Olevano-AnTRODoco (da Cosentino e Parotto, 1991, modificato).

Le formazioni pre-orogeniche affioranti nell'area studiata sono unità essenzialmente calcaree e calcareo-marnose di età Giurassico-Miocene, appartenenti alla successione stratigrafica del Bacino Sabino (Galluzzo e Santantonio, 2002). Il Bacino Sabino si origina a partire dalla fase estensionale che nel Giurassico inferiore provoca la differenziazione di numerosi domini paleogeografici in un ampio settore della Tetide occidentale, precedentemente caratterizzato da sedimentazione carbonatico-evaporitica di acque basse (Santantonio e Carminati, 2011). Tale fase tettonica causa lo sprofondamento dei settori al tetto delle faglie giurassiche (Figura 4), nei quali si instaurano condizioni di sedimentazione essenzialmente pelagiche (Bacino Sabino, Bacino Umbro-Marchigiano, Bacino Toscano), mentre nei settori al letto si registra la persistenza di sedimentazione di acque basse (Piattaforma Carbonatica Laziale-Abruzzese, Piattaforma Apula, Piattaforma Campana). La sedimentazione nel Bacino Sabino risente della vicinanza della Piattaforma Laziale Abruzzese, che comporta la presenza di notevoli quantità di depositi risedimentati carbonatici all'interno delle unità pelagiche, messi in posto attraverso flussi gravitativi (torbiditi, *grain flows*, *debris-flows*). A volte tali flussi gravitativi si presentano come dominanti rispetto alla sedimentazione pelagica di *background*; tali formazioni spiccatamente detritiche sono state distinte dalle classiche formazioni pelagiche.

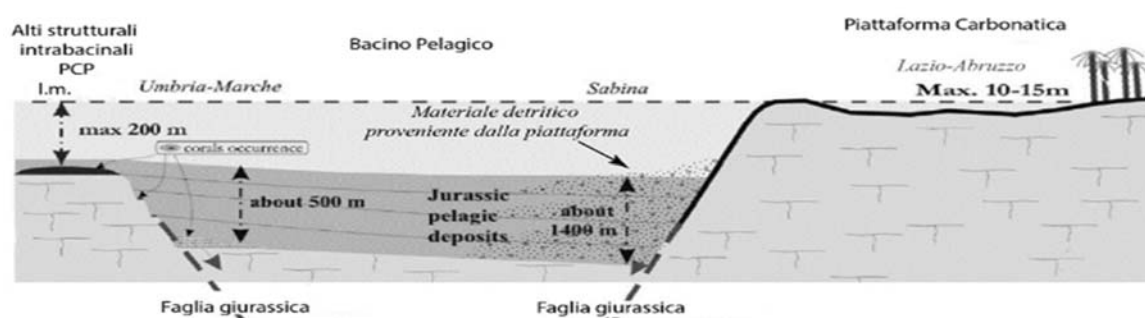


Figura 4 – Rappresentazione schematica dei rapporti stratigrafici e tettonici tra il dominio Umbro-Marchigiano-Sabino e il dominio di piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese nel Giurassico (da Carminati et al., 2013, modificato).

Nel settore nordorientale dell'area di studio affiorano estesamente ingenti spessori di depositi quaternari post-orogenici appartenenti al Sintema del paleo-Farfa (Unità di Cenciara, Unità di Monteleone Sabino – Foglio 357 Cittaducale del Progetto CARG). Questi depositi sono rappresentati essenzialmente da facies conglomeratiche che, per via del loro spessore e della loro estensione areale, obliterano quasi completamente i caratteri del substrato pre-orogenico, che affiora soltanto in settori limitati delle valli del Salto e del Turano.

3.1 Assetto strutturale e tettonico di dettaglio

L'area investigata è costituita nel complesso da una sequenza di strutture plicative a vergenza orientale o nordorientale, la cui origine è da ricondurre all'azione di almeno due piani di sovrascorrimento principali. Tali strutture risultano successivamente dislocate da numerose faglie a cinematica estensionale o trastensiva. È importante sottolineare come alcune faglie normali, nei settori nordorientali dell'area studiata, dislochino le unità post-orogeniche plio-pleistoceniche. Ai lineamenti principali è associato un fitto pattern di strutture tettoniche secondarie che si sviluppano a scala minore. Le strutture compressive principali dell'area sono il sistema di sovrascorrimenti del M. Tancia e il sovrascorrimento cieco di valle Ariana, mentre le faglie estensionali più importanti si collocano nella zona di San Giovanni Reatino. I due sovrascorrimenti principali separano tre unità tettoniche, di seguito elencate a partire dalla più elevata:

1. *Unità di tetto del sovrascorrimento di M. Tancia*, affiorante nel settore SW dell'area studiata: in questa unità tettonica affiorano le formazioni più antiche dell'area studiata, dai Calcari e Marne a Posidonia alla Maiolica, con limitate scaglie tettoniche di Marne a Fucoidi in corrispondenza del piano di sovrascorrimento inferiore. Il sistema di sovrascorrimenti del Monte Tancia è costituito da almeno due piani principali, che mettono a contatto la successione giura-cretacica con le formazioni emipelagiche cenozoiche dell'unità tettonica intermedia. Le formazioni dell'unità di tetto del

sovrascorrimento di M. Tancia sono variamente dislocate da un fitto pattern di faglie inverse secondarie, con rigetti che variano da alcune decine di metri a pochi metri;

2. *Unità intermedia*, compresa tra il sovrascorrimento del M. Tancia e il sovrascorrimento della valle Ariana: l'unità intermedia può essere suddivisa in due settori: il primo comprende l'area che va da Salisano all'allineamento Montenero Sabino - Monte San Giovanni in Sabina, il secondo è compreso tra il suddetto allineamento e la valle Ariana. Il Settore Occidentale si evidenzia per una sequenza di pieghe che interessano principalmente le unità calcareo-marnose cenozoiche, affiorante nell'ampia area compresa tra Salisano o e l'allineamento Montenero Sabino - Monte San Giovanni in Sabina. La continuità verso Nord di tali strutture plicative è ben osservabile, sebbene esse siano dislocate da alcune faglie dirette ad andamento sia appenninico (NW-SE) che antiappenninico (NE-SW), con rigetto compreso tra alcune decine di metri e un massimo di oltre 100 m. Il *settore Orientale* corrisponde all'allineamento Montenero Sabino-Monte San Giovanni in Sabina e la valle Ariana dove si individua un'ampia anticlinale ad asse meridiano, caratterizzata dall'affioramento delle unità carbonatiche mesozoiche del bacino sabino, essenzialmente della Scaglia Bianca e Rossa. Un importante sistema estensionale/transensivo con lineamenti orientati circa WNW-ESE interrompe la continuità dell'anticlinale. I rigetti di tali faglie sono compresi tra poche decine e circa 300 metri; la faglia più importante del sistema, affiorante poco ad ovest di San Giovanni Reatino presenta un rigetto di oltre 300 metri. L'azione di queste faglie provoca l'esumazione della Maiolica e delle Marne a Fucoidi nei settori di culminazione dell'anticlinale e lungo le vallate più incise. Lungo la valle Ariana come già detto, si colloca un sovrascorrimento sepolto dalle coperture plio-quadernarie. L'esistenza di questo sovrascorrimento è fortemente suggerita dai dati stratimetrici. Infatti, nella valle affiorano, alla stessa quota, in sinistra e in destra idrografica della valle la Scaglia Bianca, che si presenta sempre con strati molto inclinati

immergenti ad est e si estende fino a San Giovanni Reatino, mentre più a nord e ad est affiorano i livelli paleogenici della Scaglia Rossa e la Scaglia Variegata in giacitura rovesciata, con strati pendenti verso i quadranti sudoccidentali. A queste evidenze si associa la forte elevazione strutturale della dorsale a ovest di San Giovanni Reatino

3. *Unità inferiore*, compresa tra il sovrascorrimento della valle Ariana e il limite nordorientale dell'area investigata: quest'area corrisponde al letto del Sovrascorrimento di valle Ariana e all'unità tettonica più esterna dell'area studiata. Essa si presenta in affioramento costituita da un complesso sistema di pieghe a scala decametrica e mesopieghe a scala metrica nelle porzioni più vicine al sovrascorrimento (valle del Turano e versante occidentale della valle del Salto) che si sviluppano nelle formazioni della Scaglia Bianca, della Scaglia Rossa e dei loro corrispettivi detritici. Più ad est nella valle del Salto (Grotti).

4. ELEMENTI DI SISMICITÀ REGIONALE

La sismicità relativa all'area interessata dal tracciato del Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera, è principalmente legata ai terremoti prodotti dalle vicine strutture sismogeniche dell'Appennino centrale (settore umbro-marchigiano e aquilano/marsicano con ipocentri a distanza inferiore a 100 km), oltre che, secondariamente, a risentimenti di terremoti regionali (con ipocentri a distanza maggiore 100 km) o telesismi.

In particolare, analizzando la più recente versione del DISS (Database delle sorgenti sismogenetiche con terremoti potenziali superiori a $M_w=5.5$) a cura dell'INGV (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>), sono state individuate le sorgenti sismogeniche composite prossime all'area di progetto che concorrono a determinare la pericolosità sismica di base a cui essa è esposta:

- **ITCS037 "Mugello-Leonessa"** a N del tracciato, comprendente una serie di strutture estese in direzione NW-SE per circa 200 km (tra cui quelle relative al vicino distretto sismico dei Monti Reatini) con M_w (Magnitudo Momento) massima attesa pari a 6.2;

- **ITCS013 "Borbona-L'Aquila-Aremogna"** a E-NE del tracciato, estesa per circa 110 km in direzione NW-SE, (comprendente l'ampio distretto sismico aquilano con differenti sorgenti sismogenetiche individuali tra le quali "Bacino di Montereale" e "Paganica") con M_w massima attesa pari a 6.5;

- **ITCS040 "Barisciano-Sulmona"** a E-SE del tracciato estesa per circa 60 km in direzione appenninica con terremoti potenziali attesi di M_w massima pari a 6.4;

- **ITCS025 "Salto-Barrea-Ovindoli"** a E-SE del tracciato, nell'area del distretto sismico Marsicano (comprendente, tra le altre, la struttura sismogenetica individuale del "Bacino del Fucino") estesa su una fascia di 120 km in direzione NW-SE, cui è associata una M_w massima attesa pari a 6.7;

- **ITCS028 "Colfiorito-Campotosto"** a NE del tracciato, estesa su una fascia di 100 km in direzione NW-SE, comprendente il distretto sismico dei Monti Sibillini, cui è associata una M_w massima attesa pari a 6.5 (e in cui si localizzano i terremoti

dell'Italia centrale occorsi nella sequenza sismica del 2016 quali quello di Amatrice e di Norcia).

In riferimento al Catalogo ITHACA (curato e aggiornato da ISPRA, <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>), contenente la collocazione spaziale delle faglie attive presenti sul territorio italiano, in special modo di quelle stimate in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (ovvero capaci), nell'area prossima a quella di progetto si individuano le seguenti faglie che risultano, complessivamente, di aver avuto attività dal tardo Pleistocene all'Olocene, come documentato da specifici studi paleo-sismologici. Come riportato nella seguente figura, solo quella identificata con il codice 21002 interseca il tracciato del nuovo acquedotto:

- **63500 “Faglia Sabina”** localizzata circa 15 km a NW del tracciato, estesa per circa 20 km con movimento da trascorrente a normale e ultima attività nel tardo Pleistocene;
- **21004 “Bacino di Rieti, Monti Sabini-Greccio”** localizzata a circa 12 km NNW dal tracciato, di lunghezza 12 km, movimento normale e attività ultima tra 9000 e 15000 anni fa (Olocene);
- **21009 “Bacino di Rieti, bordo meridionale”** a circa 8 km a N dell'area di progetto, estesa per 12 km a movimento normale/obliquo destro con attività ultima nel tardo Pleistocene;
- **21007 “Bacino di Rieti, bordo meridionale”** a circa 8 km a N dell'area di progetto, estesa per 12 km a movimento normale/obliquo destro con attività ultima nel tardo Pleistocene;
- **21011 “Bacino di Rieti”** a 12 km a NE del dell'area di progetto, con lunghezza di 23 km (complessiva associata alla 21002), movimento normale e ultima attività nell'Olocene (3000-9000 anni fa);
- **21002 “Bacino di Rieti”** situata in corrispondenza del tratto iniziale orientale del tracciato di progetto prossimo alla Piana di San Vittorino, con lunghezza di 23 km (complessiva associata alla 21011), direzione circa NW-SE, movimento normale e ultima attività nell'Olocene (3000-9000 anni fa); nello specifico, l'attività di questa faglia risulta documentata da studi paleo-sismologici (trincee

investigative) effettuati in località la Casetta, Caporio e Poggio Bustone (Michetti et al., 1995) situate a nord della Piana di San Vittorino;

- **38600 “Faglia di Fiamignano-Micciani”** a circa 18 km a W dell’area di progetto, lunghezza 19 km, movimento normale e attività ultima stimata nel tardo Pleistocene-Olocene (15,000-9000 anni).

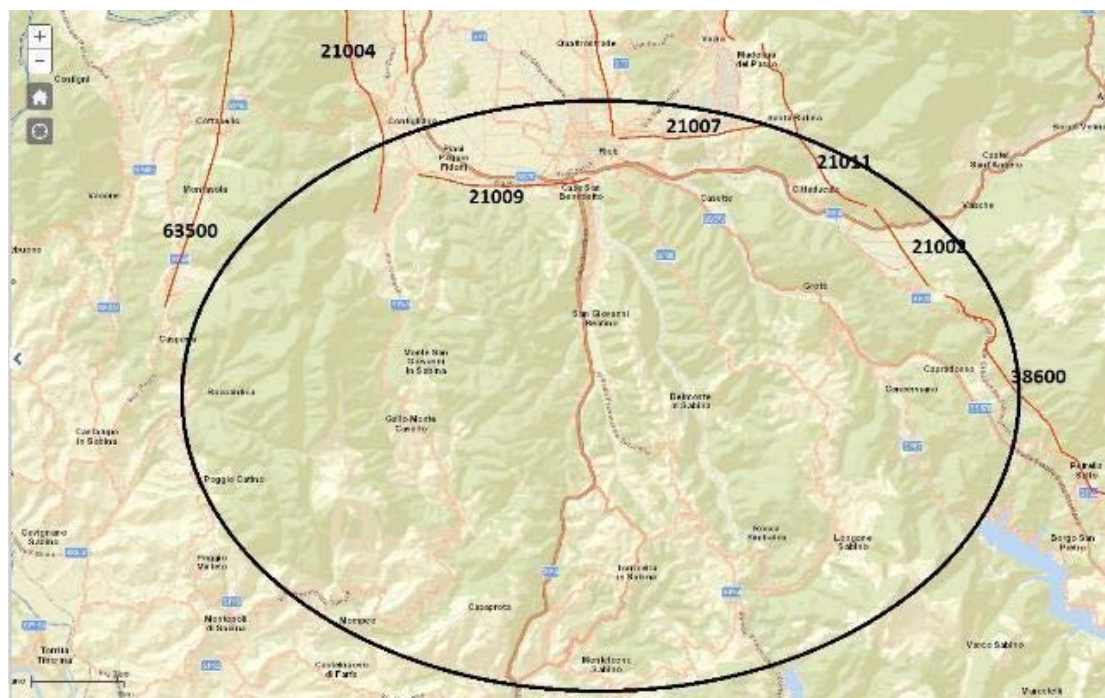


Figura 5 - Localizzazione e codice identificativo delle Faglie Capaci prossime all’area di progetto (evidenziata dal cerchio nero) come rappresentate nel Catalogo ITHACA (<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>).

In base alla vigente Classificazione Sismica della Regione Lazio (Delibera di Giunta Regionale n. 387 del 22/05/2009), i Comuni interessati dall’area di progetto (Cittaducale, Castel Sant’Angelo, Longone Sabino, Rieti, Belmonte in Sabina, Torricella in Sabina, Monte San Giovanni in Sabina, Montenero Sabino, Mompeo, Salisano) rientrano quasi esclusivamente nella Sottozona Sismica 2B ad eccezione del Comune di Castel Sant’Angelo classificato in Zona Sismica 1, del Comune di Cittaducale classificato in zona sismica 2A e del Comune di Rieti diviso in Sottozona

Sismica 2A e 2B (rispettivamente zona est e zona ovest). Alle zone e sottozone sismiche suddette corrispondono i valori di accelerazione di picco orizzontale (a_g), su suolo rigido (categoria A) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni indicati nella (Figura 96, Tabella 19, Tabella 20).

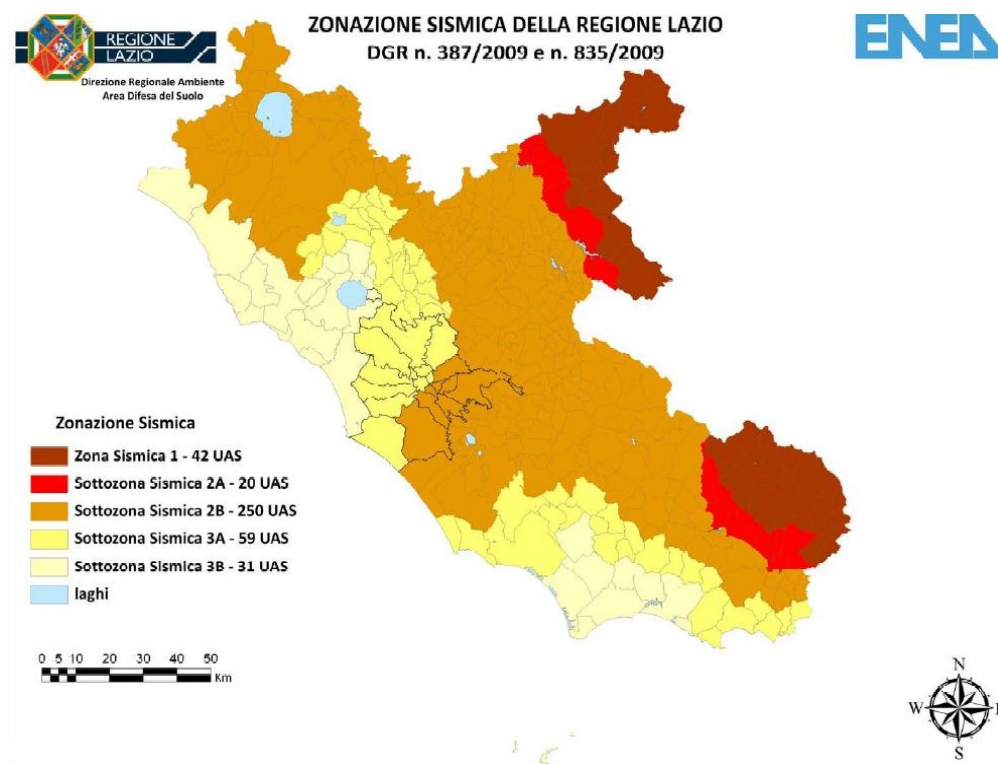


Figura 6 – Classificazione Sismica della Regione Lazio (DGR 387/2009).

Tabella 1 – Zone sismiche in relazione ai Comune intercettati dal tracciato del Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera

Comune	Zona sismica	Accelerazione orizzontale di picco su suolo rigido (g)
Castel Sant'Angelo	1	$0.25 < a_g < 0.278$
Cittaducale	2A	$0.20 < a_g < 0.25$
Rieti	2B	$0.15 < a_g < 0.20$
Rieti - Orientale	2A	$0.20 < a_g < 0.25$
Belmonte in Sabina	2B	$0.15 < a_g < 0.20$
Monte San Giovanni in Sabina	2B	$0.15 < a_g < 0.20$
Montenero Sabino	2B	$0.15 < a_g < 0.20$
Mompeo	2B	$0.15 < a_g < 0.20$
Salisano	2B	$0.15 < a_g < 0.20$

Tabella 2 – Suddivisione delle sottozone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido utilizzate per lo scenario di riclassificazione sismica della Regione Lazio.

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0.278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 ("Nuove Norme tecniche per le Costruzioni"), le azioni sismiche di progetto in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

La valutazione dell'azione sismica di progetto, secondo le *NTC18*, è da condurre attraverso specifiche analisi di Risposta Sismica Locale (RSL). In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà del terreno siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella *Tab 3.2.II delle NTC18*, è possibile fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

Tabella 3 – Tab 3.2.II delle NTC18, inerente le categorie di sottosuolo che permettono l'impiego dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione (3.2.1 delle *NTC18*):

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

dove:

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione riportata nella seguente tabella.

Tabella 4 – Tab 3.2.III delle NTC18, inerente le caratteristiche della superficie topografica.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per una valutazione locale degli effetti dovuti a risentimento tellurico, seppur indotto da una zona epicentrale esterna all'area, risulta di notevole importanza la specifica situazione sia litologica che morfologica del sito; in tal senso si ritiene che la morfologia pianeggiante rappresenti un elemento positivo mentre la presenza in loco

di una potente coltre di terreni di copertura determini fenomeni di amplificazione sismica locale.

Ai sensi del D.P.R. 545/2010 che definisce le linee guida per gli studi di Microzonazione Sismica del territorio della Regione Lazio, risultano pubblicati per i Comuni intercettati dal tracciato del Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera, gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1.

In particolare, l'intero tracciato di progetto interessa diverse zone sismiche, in particolare:

➤ **Comune di Salisano**

- Zone stabili:
 - **"LPS"**, Substrato lapideo stratificato o massivo, affiorante o entro 3 m dal p.c.;
- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:
 - **"SA2"**, Lievi spessori di conglomerati clasto-sostenuti con ciottoli calcarei, sovrapposti a calcari marnosi;
 - **"SA3"**, Breccie e conglomerati clasto-sostenuti a luoghi debolmente cementati con scarsa matrice, con livelli di suolo e livelli vulcanoclastici, sovrapposti a calcari marnosi, marne, argilliti, livelli arenacei teneri, con alterazione superficiale di spessore maggiore di 3 m;
 - **"SA4"**, Breccie e conglomerati clasto-sostenuti a luoghi debolmente cementati con scarsa matrice, con livelli di suolo e livelli vulcanoclastici, sovrapposti a calcari marnosi, marne, argilliti, livelli arenacei teneri, con alterazione superficiale di spessore maggiore di 3 m;
- Zone suscettibili di instabilità:
 - **"SI1"**, Instabilità di versante: Attiva;

➤ **Comune di Mompeo**

- Zone stabili:
 - **"Zona 1"**, Substrato litoide stratificato;

- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:
 - **"Zona 2"**, Substrato litoide fratturato e cataclasato.

- **Comune di Monte San Giovanni in Sabina**
 - Zone stabili:
 - **"LPS"**, Substrato lapideo stratificato;
 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:
 - **"SA1"**, Calcari marnosi, marne, argilliti, livelli arenacei teneri, con alterazione superficiale di spessore maggiore di 3 m;
 - **"SA2"**, Calcari marnosi, marne, argilliti, livelli arenacei teneri, con alterazione superficiale di spessore maggiore di 3 m
 - **"SA5"**, Conglomerati clasto sostenuti con ciottoli calcarei e rari clasti arenacei arrotondati o subarrotondati con lenti di sabbie e peliti e rari livelli di prodotti vulcanici più o meno pedogenizzati (con spessore fino a 50 m), sovrapposti a calcari marnosi, marne, argilliti, livelli arenacei teneri, con alterazione superficiale di spessore maggiore di 3 m;

- **Comune di Montenero Sabino**
 - Zone stabili:
 - **"S1"**, Substrato lapideo, stratificato (calcari, calcari dolomitici e dolomie);
 - **"S2"**, Substrato lapideo, stratificato (calcari marnosi, marne calcaree e marne);
 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali per effetti topografici:
 - **"Sa1"**, Substrato lapideo, stratificato (calcari, calcari dolomitici e dolomie);
 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali per effetti topografici e stratigrafici:

- **"Sa4"**, Detrito di versante e brecce stratificate, con spessori compresi tra 10-20 m, sovrapposti a substrato lapideo, stratificato (calcarei marnosi, marne calcaree e marne);
- **"Sa5"**, Conglomerati con matrice sabbiosa, sabbia in banchi (con spessori compresi tra 20-30 m), sovrapposti a substrato lapideo, stratificato (calcarei marnosi, marne calcaree e marne);
- Zone suscettibili di instabilità:
 - **"Fr1"**, Instabilità di versante: Attiva. Area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso;
 - **"Fr2"**, Instabilità di versante: Attiva. Area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso;
- **Comune di Rieti**
 - Zone stabili:
 - **"1011"**, Substrato lapideo;
 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:
 - **"2003"**, Depositi e conoidi di versante, ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM) sovrapposti a substrato lapideo, stratificato o massivo di natura calcarea;
 - **"2004"**, Depositi e conoidi di versante, ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM) sovrapposti a depositi conglomeratici eterometrici in matrice sabbiosa, cementati;
 - **"2005"**, Depositi e conoidi di versante, ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (GM) sovrapposti a substrato lapideo, stratificato o massivo di natura calcarea e substrato costituito da alternanze di litotipi arenacei, marnosi e calcareo marnosi;
 - **"2006"**, Depositi conglomeratici eterometrici in matrice sabbiosa, localmente passanti a limi calcarei e calcareniti alterati o poco consistenti; sovrapposti a depositi conglomeratici eterometrici in matrice sabbiosa, cementati e substrato lapideo, stratificato o massivo di natura calcarea;

- **"2013"**, Deboli coperture alluvionali sovrapposte a substrato lapideo, stratificato o massivo, di natura calcarea e calcareo marnosa, affiorante entro 3 m.
- **"2099"**, Substrato fratturato.
- Zone di attenzione per instabilità:
 - **"30502009 - ZAlq"**, Zona di attenzione per instabilità per liquefazione;

- **Comune di Belmonte in Sabina**
 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali per effetti topografici e stratigrafici:
 - **"Sa2"**, Conglomerati eterometrici clasto sostenuti, con clasti calcarei, arenacei e silicei. Spesso amalgamati a formare delle potenti bancate di notevole spessore ($600 \text{ m/sec} < V_s > 750 \text{ m/sec}$).
 - **"Sa8"**, Deposito alluvionale a granulometria mista, prevalentemente argilloso limoso con spessori supposti minori di 20 m ($250 \text{ m/sec} < V_s > 400 \text{ m/sec}$). Tali depositi sono sovrapposti a ghiaie eterometriche, evolute in matrice sabbiosa e conglomerato debolmente cementato (spessore di qualche decina di metri – $400 \text{ m/sec} < V_s > 550 \text{ m/sec}$).
 - Zone suscettibili di instabilità:
 - **"Fr12"**, Instabilità di versante: Attiva. Frana per crollo e ribaltamento;

- **Comune di Cittaducale**
 - Zone stabili:
 - **"1012"**, Substrato lapideo (LP);
 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:
 - **"Zona 4 – 2004"** – Substrato granulare cementato stratificato (GRS);

- **"Zona 6 – 2006"** – Ghiaia – sabbia (GP – GM – GW – SW) con spessore di 20-50 m;
- **"Zona 7 – 2007"** – Sabbia argillosa (SC) con spessore di 10-25 m;
- **"Zona 8 – 2008"** – Sabbia argillosa (SC) con spessore di 5-40 m con lenti di sabbia e ghiaia (SW – GP – GM – GW) con spessore di 0-30 m, sovrapposti al substrato;
- Zone suscettibili di instabilità:
 - **"ZA cd"** – Zona di attenzione per cedimenti differenziali crollo di cavità/sinkhole – Area con cavità sepolta;
 - **"ZA fac"** – Zona di attenzione per faglie attive e capaci;
 - **"ZA id"** – Zona di attenzione per instabilità differenti.

- **Comune di Castel Sant'Angelo**
 - Zone suscettibili di instabilità:
 - **"ZA cd"** – Zona di attenzione per cedimenti differenziali crollo di cavità/sinkhole – Area con cavità sepolta.

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico le conoscenze edite sull'area provengono principalmente dagli studi confluiti nella Carta Idrogeologica della Regione Lazio alla scala 1:250.000 dal prof. Boni (1988) che qualificava l'areale in studio caratterizzato da direttrici di flusso sotterraneo circa appenniniche, convergenti sia verso i quadranti settentrionali, con recapiti identificati con la piana di Rieti e i fiumi Salto e Turano, oltre che, sulle sorgenti del Peschiera; un flusso antitetico si osservava invece nelle zone meridionali convergenti sulla sorgente Capore, attraverso uno spartiacque per separarne le alimentazioni dalle sorgenti lineari del Salto Turano e dalla Piana di Rieti. Tale spartiacque vedeva un alto piezometrico posto nelle zone occidentali presso la dorsale di "Monte San Giovanni" con "top freatico" posto a circa 450 m s.l.m. che andava a raccordarsi a quello presente con la sorgente di Laghetto presso Rocca Sinibalda, proprie della "Dorsale di Monte Sole", a quote superiori di 400 m s.l.m.

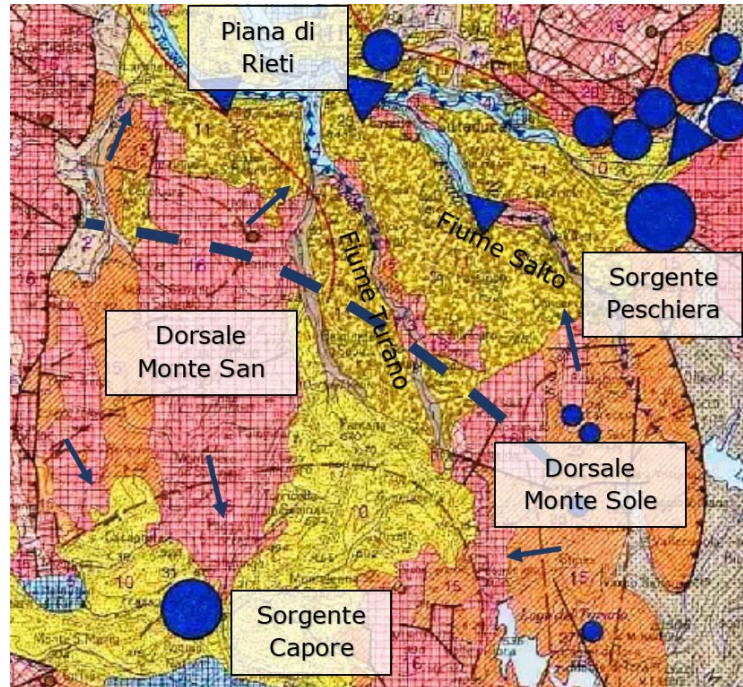


Figura 7 – Stralcio modificato della Carta Idrogeologica della Regione Lazio (Boni et alii, 1988). I differenti colori individuano i differenti complessi idrogeologici; la linea in blu in tratteggio

individua lo spartiacque piezometrico e le frecce le direzioni di deflusso del campo piezometrico identificato dalle linee marroni in tratteggio.

La cartografia idrogeologica più recente (*Capelli et alii, 2012*) identifica un'unica vasta area Sabina codificata C10, posta tra il fiume Aniene ed il corso del fiume Velino come pertinente ad un'unica Unità Idrogeologica, con gli incrementi in alveo nei fiumi Salto e Turano e la sorgente Capore e la sorgente Laghetto di Rocca Sinibalda come principali emergenze associate dell'area d'interesse. L'Unità idrogeologica corrisponde ad un sistema idraulicamente definito in cui la presenza di limiti idraulici delimita le aree di ricarica di questi serbatoi regionali; nel caso in esame all'unità C10 viene riconosciuto un territorio vasto 706 kmq e un'infiltrazione efficace di circa 500 mm/a e una portata corrispondente a 11,19 m³/s. All'Unità dei conglomerati Plio-Pleistocenici T7 non viene invece assegnato il valore dell'infiltrazione efficace. Le portate medie annue presenti nella nuova cartografia, per l'ambito di interesse, sono evidenziate nella tabella di seguito riportata:

Tabella 5 – Principali sorgenti dell'area di studio.

id	Nome	Quota s.l.m.	Portata media annua l/sec
1	Peschiera	410	18000
7	Capore	246	4510
73	Sorgente lineare Turano	420-405	400
152	Sorgente lineare Salto	440-415	150
223	Laghetto	420	85
26	Sorgente lineare Velino	400-396	1200

A differenza della precedente, quest'ultimo elaborato non riporta le quote piezometriche che rimangono confinate ai soli acquiferi alluvionali rappresentati negli

elaborati alla scala 1:100.000. La sostanziale differenza invece risiede nella totale attribuzione, nella nuova cartografia, della dorsale di Monte San Giovanni come area di ricarica della sorgente Capore unita alla minore lunghezza dei tratti drenanti della falda idrica regionale dei fiumi Salto e Turano; rimane indeterminato il ruolo della dorsale di Monte Sole rispetto allo spartiacque riconosciuto nella cartografia precedente se concorra o meno al flusso diretto verso la sorgente Capore.

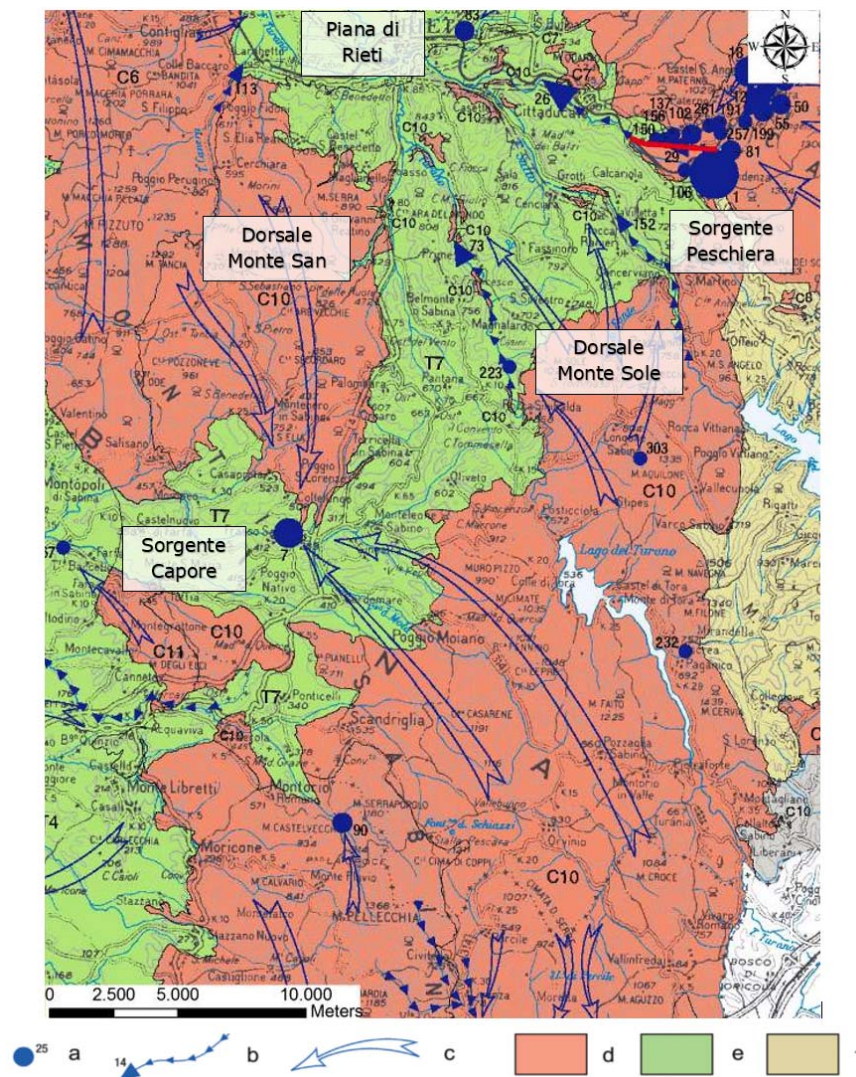


Figura 8 – Carta delle Unità Idrogeologiche della Regione Lazio in scala 1:250.000 (Capelli et alii, 2012). Con il “C10” viene distinta l’unità dei Monti Sabini Meridionali-Preneestini. Legenda: a) Sorgenti principali e numero d’ordine; b) sorgenti lineari e numero d’ordine; c) direzione e verso del flusso idrico sotterraneo; d) Unità idrogeologica dei Monti Sabini meridionali; e) unità idrogeologica dei conglomerati Plio-Pleistocenici; f) Unità idrogeologica della Valle del Salto.

Alla sintesi operata nelle due cartografie sopra riportate sono state considerati gli studi inediti e studi specifici realizzati subito prima e successivamente la pubblicazione della Carta Idrogeologica della Regione Lazio del 2012 utili a fornire un contributo fattivo nel delineare il modello idrogeologico concettuale. Tali studi vengono di seguito riportati:

1. Informazioni derivanti dagli scavi storici del tronco superiore del Peschiera (ACEA 1937-39);
2. Informazioni derivanti dagli scavi dell'acquedotto Capore-Salisano e dalle perforazioni profonde effettuate nella realizzazione della captazione Capore (ACEA 1969-1977);
3. Informazioni sulla realizzazione della galleria ANAS di Colle Giardino (ANAS 1992);
4. Attività idrogeologiche effettuate nell'ambito dello studio di fattibilità per la realizzazione di un nuovo acquedotto del Peschiera (ACEA 2001);
5. Studi sulla realizzazione del campo pozzi di San Giovanni Reatino (Aps 2003);
6. F. Mellini e M. Petitta, Indagini idrogeologiche per la valutazione della risorsa idrica nella media valle del fiume Turano (Italia centrale), *Italian Journal of Engineering Geology*, 2 (2013).
7. Misure di portata sul torrente Farfa relative alla crisi idrica della sorgente Capore (ACEA 2017).

5.1 Modello idrogeologico regionale di sintesi

Prendendo a riferimento tutte le considerazioni drenate dai diversi studi editi ed inediti sull'area di progetto, unita ad evidenze provenienti da attività specifiche svolte a grande scala, si è giunti ad una sintesi idrogeologica appropriata alla fase progettuale.

L'area di interesse vede infatti un'importante falda regionale in cui si conferma lo spartiacque presente sulla dorsale di Montenero-Monte San Giovanni con direzioni di deflusso sotterraneo orientati in direzione NE e SW in cui si evidenziano gli acquiferi

sovrapposti presenti nella Scaglia e nella Maiolica, separati dall'aquiclude costituito dalle marne a Fucoidi; le porzioni più orientali dell'area in studio vedono invece un deflusso sostanzialmente orientato verso la piana di Rieti e una falda contenuta prevalentemente nei depositi conglomeratici e della scaglia detritica ad eccezione del breve tratto interessato dalla zona sorgiva del Peschiera. In tal modo il tracciato dell'acquedotto si posiziona quasi sempre in direzione sostanzialmente perpendicolare alle direzioni di flusso degli acquiferi, eccezion fatta per alcuni tratti che attraversano la piana di S. Vittorino e della dorsale di Colle Ponzoni e in alcuni punti della dorsale di Monte San Giovanni.

A livello di circolazione regionale i flussi dell'acquifero propri delle dorsali Salto e Turano e della piana di S. Vittorino possiedono come recapito di base la piana di Rieti, eccezion fatta per il tratto di bacino idrogeologico afferente alla sorgente lineare del fiume Turano e della sorgente Laghetto di Rocca Sinibalda. I contributi infiltrativi relativi alla dorsale di Monte San Giovanni, che in parte vengono a giorno lungo il reticolo del fosso, non è ben chiaro se affiorino più a valle della sorgente Capore, lungo il fiume Farfa, oppure alimentino direttamente la sorgente stessa con un sifonamento che le permetta porle in pressione in funzione di condizioni geologiche ad oggi indeterminate rispetto ai dati in possesso. Tali indeterminazioni sorgono da dati diretti, quali perforazioni profonde (1000 m circa di profondità), condotte sia in sorgente Capore sia nelle zone limitrofe, che mostrano una falda in pressione contenuta esclusivamente in Scaglia, caratterizzata da evidenti raddoppi di serie. Dati indiretti quali isotopi stabili, trizio, regimi sorgivi e un bilancio idrogeologico condotto sul bacino idrogeologico riconosciuto in base ad analisi geologiche condotte nella redazione delle aree di salvaguardia per la sorgente Capore confermerebbero aree di alimentazioni prevalenti dai quadranti occidentali e sud occidentali e un acquifero schiettamente confinato. Resta indeterminato anche il rapporto di continuità idraulica delle unità della scaglia detritica, proprie delle dorsali di Salto e Turano, con quelle della scaglia "bacinale" del torrente Ariana e dorsale di Monte San Giovanni se siano totalmente disconnesse attraverso il sovrascorrimento regionale a direzione meridiana o se vi sia una continuità idraulica attraverso elevate perdite di carico in

quel tratto di acquifero. Indeterminazioni insistevano anche sulla natura dell'acquifero in scaglia a cavallo del torrente Ariana; se fosse un acquifero libero sostenuto dall'aquiclude delle marne a Fucoidi o un acquifero che risenta delle pressioni sottostanti dell'acquifero confinato diretto alla sorgente Capore. Il campo pozzi di San Giovanni Reatino e i piezometri realizzati lungo la valle hanno fornito indicazioni chiare che fanno propendere per la prima ipotesi, escludendo quindi alcuna interazione delle opere dell'acquedotto con il possibile setto che tamponerebbe la possibile circolazione confinata.

La sintesi operata sulla base dei dati editi ed inediti sopraccitati è stata operata nella carta delle unità idrogeologiche in cui sono state distinte fondamentalmente due unità, separate da un importante lineamento tettonico orientato circa N-S (sovrascorrimento cieco di valle Ariana) caratterizzate, nelle porzioni meridionali, dalla presenza dell'acquifero in pressione della Sorgente delle Capore le cui estensioni non sono ben determinate. L'unità idrogeologica orientale, denominata Unità della Scaglia e Conglomerati, presenta una falda freatica più o meno continua circolante nei conglomerati e nella scaglia sottostante con gradiente che rispecchia quello degli acquiferi carbonatici regionali con valori del 5‰. Questa falda è caratterizzata da una direzione media di flusso orientata circa SE-NW e valori di carico idraulico che variano dagli oltre 420 m s.l.m. della zona meridionale prossima alla sorgente Laghetto di Rocca Sinibalda ai 390 m s.l.m. in prossimità della piana di Rieti. La sequenza dei conglomerati, in relazione a possibili intercalazioni di orizzonti poco permeabili, può inoltre essere sede di più circolazioni idriche sospese, che vanno ad alimentare sorgenti locali, con portate limitate. Procedendo verso i settori occidentali, ad Ovest del fronte di sovrascorrimento sepolto sotto la valle Ariana, si individua la seconda unità idrogeologica, denominata Unità della Scaglia e Maiolica. In questa unità è stata rilevata la presenza di due falde freatiche. La prima falda è ospitata dalle formazioni della Scaglia Bianca e Rossa e sospesa sulla sottostante formazione impermeabile delle Marne a Fucoidi. La seconda falda, più profonda, è ospitata dalla formazione della Maiolica e presenta un carico idraulico di circa 300 m s.l.m. I gradienti osservati per l'acquifero della scaglia invece risultano dell'ordine del 2-3%

denotando una differenziazione di stile nella circolazione sotterranea esposto in precedenza.

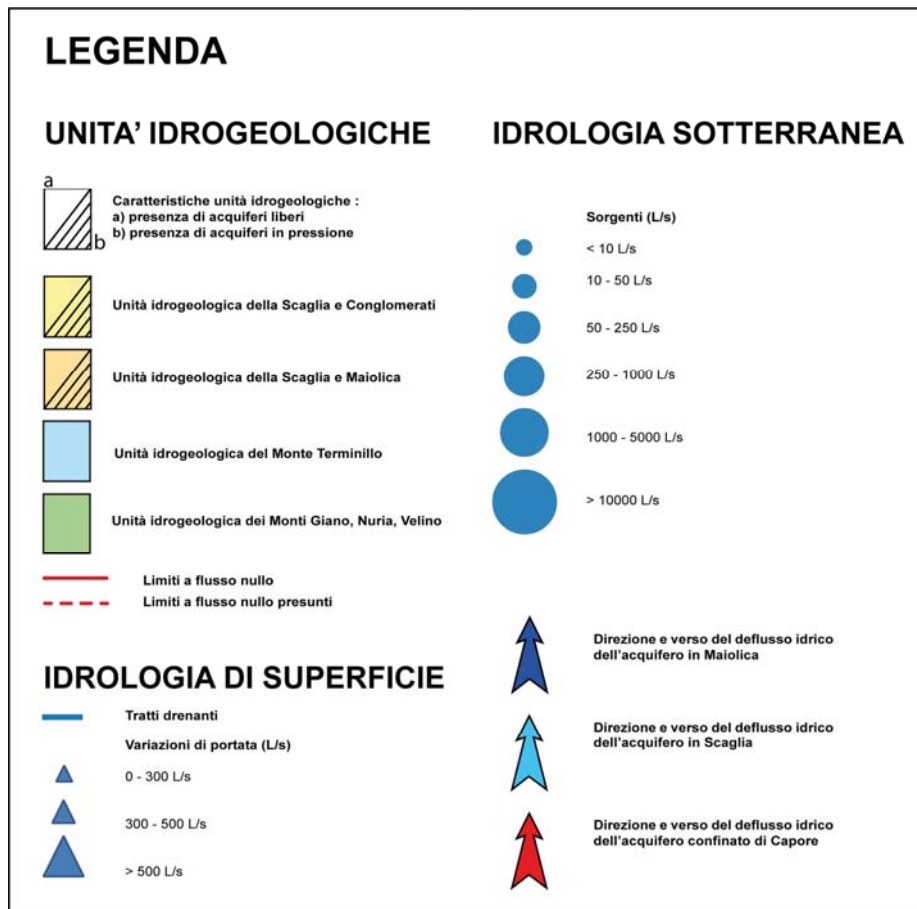


Figura 9 – Carta delle unità idrogeologiche.

5.1.1 Serie idrostratigrafiche

La serie teorica di riferimento per l'intero territorio in studio prospetta una alternanza di litologie potenzialmente acquifere per i caratteri di permeabilità e carsificabilità e di litotipi acquiclude per caratteristiche legate alla componente marnoso argillosa e allo spessore.

Presso l'areale in studio le Marne a Fucoidi costituiscono la litologia di substrato dell'acquifero calcareo composto da Scaglia Bianca e Rossa mentre la Scaglia Variegata e quella Cinerea ne rappresentano l'acquiclude in grado di generare l'artesianità specie in considerazione dei vasti affioramenti di questi litotipi presenti nelle porzioni meridionali del tracciato il cui assetto sinclinalico costringe le acque circolanti nella Scaglia Rossa e Bianca ad immergersi in profondità.

Tabella 6

Formazione	Sigla	Complessi Idrogeologici	Acquiferi
<i>Depositi post orogenici - quaternario</i>			
Depositi di frana	FRN	Complesso dei depositi alluvionali	Acquifero alluvionale
Depositi eluvio colluviali	ELU		
Detrito di versante	DET		
Alluvioni recenti	ALL		
Sintema di Caporio	UCR		
Sintema del Torrente Ariana	UPM/AIN		
Sintema di Cittaducale	UCT		
Sintema di poggio Perugino	UPG		
<i>Depositi post orogenici - pliocene</i>			
Unità di Monteleone Sabino	UMS	Complesso dei conglomerati e sabbie	Acquifero conglomeratico
Unità di Ornaro Basso	UOB		
Unità di Cenciara	UGR	Complesso dei conglomerati cementati	
Unità di fosso Canalicchio	UFC		
<i>Depositi pre orogenici</i>			
Bisciario	BIS	Complesso marnoso calcareo	Aquiclide
Scaglia cinerea	SCC		
Scaglia cinerea detritica	SCD		
Scaglia variegata	VAS		
Scaglia rossa detritica	SAD	Complesso della scaglia calcarea	Acquifero della scaglia
Scaglia rossa	SAA		
Scaglia bianca detritica	SBD		
Scaglia Bianca	SBI		
Marne a Fucoidi	FUC	Complesso delle Marne a Fucoidi	Aquiclide

Formazione	Sigla	Complessi Idrogeologici	Acquiferi
Maiolica	MAI	Complesso della Maiolica	Acquifero della Maiolica
Calcari diasprigni	CDU	Complesso calcareo silico marnoso	Acioclude locale
Calcari detritici con Posidonia	DPO		
Calcari e marne a posidonia	POD		

I complessi riconosciuti, con cui si è realizzata anche la carta idrogeologica, vengono di seguito elencati:

- Complesso dei depositi alluvionali - potenzialità acquifera da bassa a medio alta

È costituito da un'alternanza di sedimenti a granulometria variabile dalla ghiaia all'argilla ed è costituito da depositi recenti ed attuali, anche terrazzati e coperture eluviali, colluviali e detritiche (Olocene). Lo spessore varia in funzione dell'articolazione del substrato;

- Complesso dei conglomerati - potenzialità acquifera da medio bassa a medio alta

Conglomerati poligenici con differenti potenzialità idriche in funzione del grado di cementazione derivante dal relativo ambiente deposizionale.

12a - Conglomerati sabbiosi - potenzialità acquifera medio bassa

Conglomerati a cemento sabbioso alternati a lenti e orizzonti sabbioso-argillosi e argillosi deposti in ambiente di conoide alluvionale (Pleistocene Inf.). Spessore variabile da qualche decina ad oltre un centinaio di metri. La frequente matrice argilloso - sabbiosa e la sua eteropia laterale connessa all'ambiente deposizionale non favoriscono la presenza di una circolazione idrica sotterranea significativa. Sono presenti invece a luoghi falde sospese di modesta entità;

- 12 b - Conglomerati - potenzialità acquifera medio alta

Conglomerati generalmente cementati con spessore variabile da qualche decina a diverse centinaia di metri (Pliocene - Pleistocene). Questo complesso può essere sede di falde produttive e, ove in contatto con il substrato carbonatico, si presenta con un continuum saturo;

- Complesso calcareo marnoso - potenzialità acquifera medio bassa

Successione di marne e calcari marnosi (Eocene-Miocene). Il complesso comprende le formazioni calcareo - marnose che chiudono la successione umbro-marchigiana. Spessore massimo di alcune centinaia di metri;

- Complesso della scaglia calcarea - potenzialità acquifera medio alta

Calcari micritici e calcari marnosi bianchi e rosa stratificati con intercalazioni detritico - organogene (Cretacico-Eocene). Lo spessore totale è compreso tra i 200 e i 500 m. Gli affioramenti di questo complesso, dove intensamente fratturati e/o carsificati, contribuiscono alla ricarica degli acquiferi carbonatici del dominio pelagico e di transizione. In prossimità di lineamenti tettonici compressivi di importanza regionale, la porosità secondaria si riduce notevolmente, riducendone la potenzialità idrica;

- Complesso delle marne a fucoidi - potenzialità acquifera bassa

Calcari marnosi e marne calcaree con selce, nella parte superiore; marne e marne argillose nella parte inferiore (Cretacico Inf. - Medio). Spessore variabile da 50 a 100 m. Dove mantiene una sufficiente continuità stratigrafica, il complesso costituisce un aquicludale fra la circolazione idrica della Scaglia calcarea e quella della Maiolica;

- Complesso della maiolica - potenzialità acquifera alta

Calcari micritici bianchi, selciferi, ben stratificati (Giurassico - Cretacico Inf.); spessori di circa 250 m. Gli affioramenti di questo complesso costituiscono l'area di alimentazione di acquiferi basali del dominio pelagico;

- Complesso calcareo - silico - marnoso - potenzialità acquifera medio bassa
Calcari sottilmente stratificati intercalati a diaspri, marne e argille in varia proporzione (Giurassico Sup.) caratteristici del dominio pelagico. Spessore complessivo variabile tra 100 e 200 m. Per la bassa permeabilità d'insieme il complesso assume il ruolo di aquiclude che sostiene la circolazione idrica del complesso della Maiolica.

6. ASPETTI GEOMORFOLOGICI

L'orografia dell'area di studio è caratterizzata da un paesaggio articolato dalla presenza di dorsali appenniniche e di ampie aree collinari, che si alternano a valli fluviali e a conche di estensione variabile. Verso Ovest, la dorsale dei Monti Sabini occidentali, estesa in direzione N-S, raggiunge le quote più elevate dell'area, relativi con i Monti Pizzuto e Tancia, per poi digradare bruscamente verso la Valle del Tevere. Nel settore compreso tra i Monti Sabini e i Monti di Fara in Sabina, le quote diminuiscono ed il paesaggio è caratterizzato da colline poco elevate (fino a 400 m s.l.m.) e dalle incisioni del bacino del torrente Farfa. Spostandosi dalla dorsale dei Monti Sabini occidentali verso E, oltrepassando le valli del torrente Canera e del Fosso di Montenero, l'area è caratterizzata da dorsali collinari, con quote massime intorno agli 800-900 m s.l.m., separate dalle valli del torrente Ariana e dei Fiumi Turano, Salto e Velino, i quali scorrono con un fondo valle posto intorno ai 400-450 m s.l.m. Questo settore, orograficamente ribassato rispetto alle aree occidentali e orientali, costituisce un ampio ed irregolare bacino intramontano, la Conca di Rieti, caratterizzata verso N da una depressione con quote di circa 400 m s.l.m. Spostandosi verso NE, lungo la valle del Fiume Velino si sviluppa invece la piana di San Vittorino.

Il reticolo idrografico presenta sia corsi d'acqua principali orientati in direzione appenninica (NNW-SSE e WNW-ESE), incassati in profonde valli, sia corsi d'acqua secondari perpendicolari e di ridotta estensione. Verso N questi corsi d'acqua si immettono nella Conca di Rieti, che costituisce un importante livello di base locale.

Le morfologie principali sono riferibili a forme strutturali, di versante dovute alla gravità, fluviali e carsiche. Le forme strutturali, a piccola e grande scala, caratterizzano diffusamente i settori occidentali, sud-orientali e nord-orientali dell'area di studio, in particolar modo le dorsali carbonatiche dei Monti Sabini occidentali e orientali e la Conca di Rieti. Queste forme sono costituite da scarpate di faglia, di linea di faglia e di erosione selettiva. Esse si sono sviluppate lungo i principali

sovrascorrimenti e faglie presenti, in corrispondenza dei contatti litologici tra formazioni a diversa erodibilità nella successione meso-cenozoica.

6.1 Problematiche geologiche della piana di San Vittorino

La piana di San Vittorino è ubicata ai margini orientali della Conca di Rieti. È caratterizzata da frequenti fenomeni di sprofondamento rapido, i quali originano depressioni circolari con diametro fino a 100 m e profondità fino a 10 m (sinkhole). L'origine di questi sprofondamenti è da ricercarsi nell'assetto tettonico, geologico ed idrogeologico dell'area. In particolare, la genesi dei sinkhole nell'area di San Vittorino è ricollegabile alla contemporanea presenza di due processi:

1. processi carsici, caratterizzati dalla dissoluzione chimica dei travertini intercalati nei sedimenti alluvionali, ad una profondità variabile da molto superficiali fino a 40-45 m, a causa della risalita di fluidi ricchi in gas, quali CO₂ e H₂S, lungo alcune linee di faglia aventi direzione appenninica;
2. processi fisico-meccanici, determinati dalla riduzione delle pressioni efficaci ad opera di moti di filtrazione ascensionali.

In sintesi, la piana di San Vittorino è soggetta ad una dinamica geomorfologica attiva, che evolve con crolli estremamente rapidi in corrispondenza delle principali linee di debolezza tettonica (zone di Micciani e Terme di Cotilia).

Nell'ambito del progetto, anche in ottemperanza alla D.G.R. del Lazio n. 2649 del 18 maggio 1999, è stata eseguita una campagna di prospezioni micro-gravimetriche all'interno del margine meridionale della piana di San Vittorino, con lo scopo di individuare aree caratterizzate da un elevato rischio sinkhole associato. Dai risultati emersi, riportati nella figura seguente, si evince come in tale area siano presenti numerosi settori contraddistinti da anomalie negative di massa (in blu), indici di difetto di massa associato ad una maggiore predisposizione alla formazione di sinkhole.

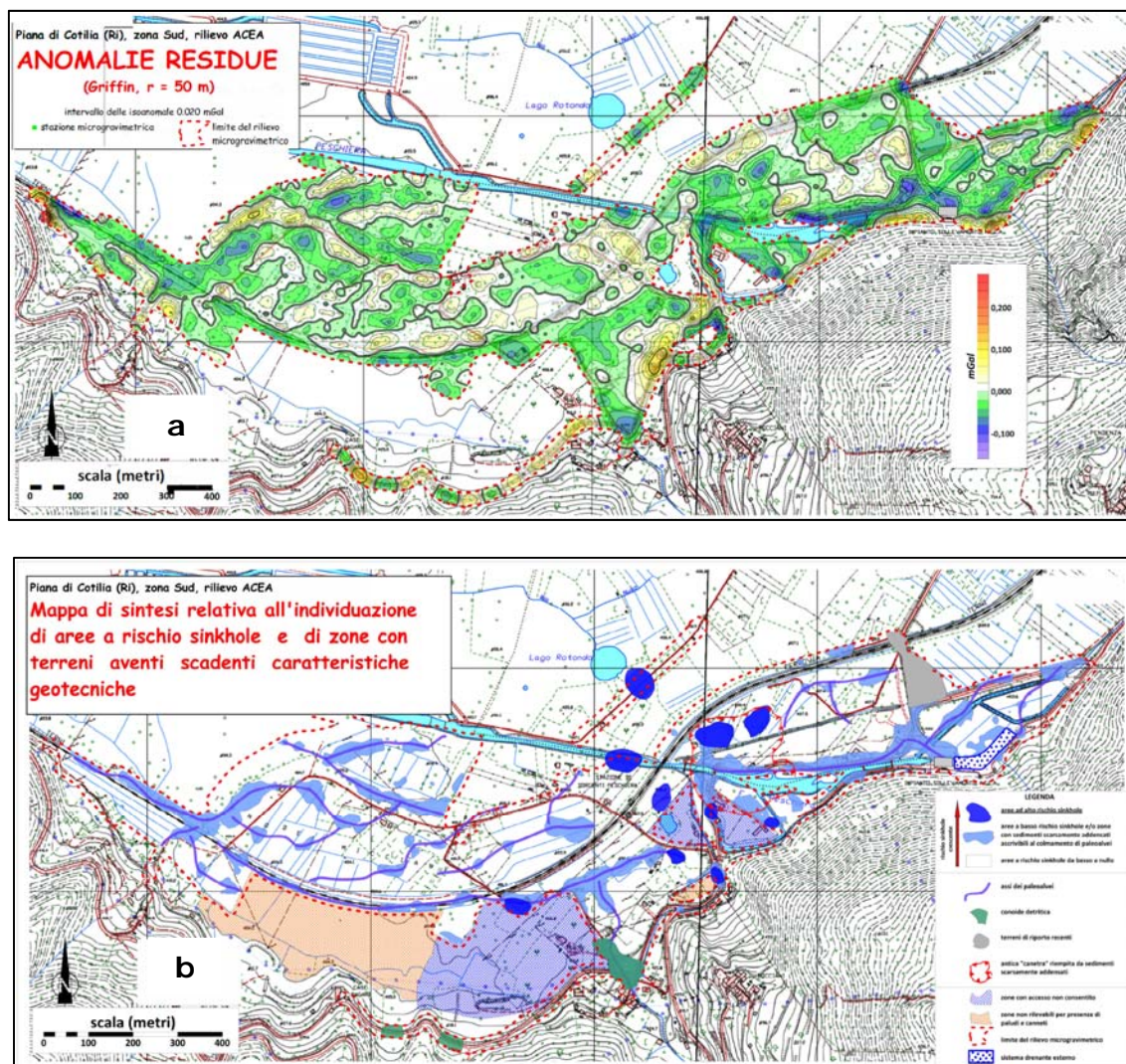


Figura 10 – a) Mappa delle Anomalie Microgravimetriche residue filtrate con il metodo di Griffith; b) Mappa di sintesi relativa al rischio sinkhole.

6.2 Instabilità del versante delle Sorgenti del Peschiera

Relativamente all'area delle sorgenti del Peschiera, sussiste una problematica legata alla presenza di una Deformazione Gravitativa di Versante Profonda (DGPV) evidenziata nella cartografia IFFI, recepita dal PAI, oggetto di numerosi studi (Martino et al., 2004, Lenti et al., 2012, Fiorucci et al., 2015, 2017).

Tale fenomeno evolve da deformazioni per *Mass Rock Creep* (MRC), ad espandimenti in roccia, a veri e propri scorrimenti di blocchi fino a generare eventi parossistici di instabilità gravitativa quali valanghe di roccia (*rock-avalanche*).

Nel dettaglio è stato possibile riconoscere un differente stato di evoluzione del versante spostandosi da E verso W, come schematizzabile nella seguente figura:

- 1) l'esistenza di una morfologia indicativa di un fenomeno di collasso generalizzato per *rock-avalanche* (volume stimato 1.250.000 m³), occorso nel settore orientale dell'attuale impianto, con i depositi relativi presenti al di sotto dei sedimenti fluvio-lacustri della piana di San Vittorino;
- 2) l'esistenza di morfologie residue, riferibili all'evento di collasso generalizzato descritto precedentemente, consistenti in scarpate a mezza costa di dislivello superiore ai 10 m, coni di detrito, trincee, *sinkhole* e di una complessiva morfologia concava sia trasversalmente sia longitudinalmente al versante;
- 3) l'esistenza di una morfologia compatibile con una deformazione da espandimento in roccia nell'intero settore occidentale del versante. Tale espandimento (con azimut di circa 340°) è delimitato da un sistema di scarpate e trincee ad alto angolo che, nel complesso, descrivono un insieme di svincoli cinematici multipli che disarticolano diverse porzioni di versante ("blocchi"), all'interno delle quali può essere assunta una dinamica uniforme;
- 4) l'esistenza di evidenze di coinvolgimento nei processi deformativi di porzioni di versante immediatamente a monte degli svincoli cinematici più esterni al sistema multiplo di scarpate e trincee. Tali evidenze consistono prevalentemente in depressioni lungo allineamenti morfologici e trincee;

- 5) una successione temporale nella generazione delle forme del rilievo associate all'evoluzione dell'espansione gravitativa che consiste nei seguenti processi:
- detensionamento lungo fasce sub-verticali e concomitante dissoluzione carsica di cavità ipogee;
 - collasso delle cavità ipogee e conseguente deformazione concentrata lungo le fasce di detensionamento sub-verticali a prevalente componente verticale;
 - aumento della fratturazione nelle porzioni di ammasso coinvolte nei processi di deformazione e sviluppo di forme da insaccamento (*sagging*) e da sprofondamento superficiali (*sinkhole*);
 - espansione dell'ammasso detensionato e intensamente fratturato nelle porzioni più prossime alla superficie, con conseguente scorrimento verso valle di blocchi isolati da svincoli cinematici con caratteristiche dinamiche di tipo trascorrente o divergente.

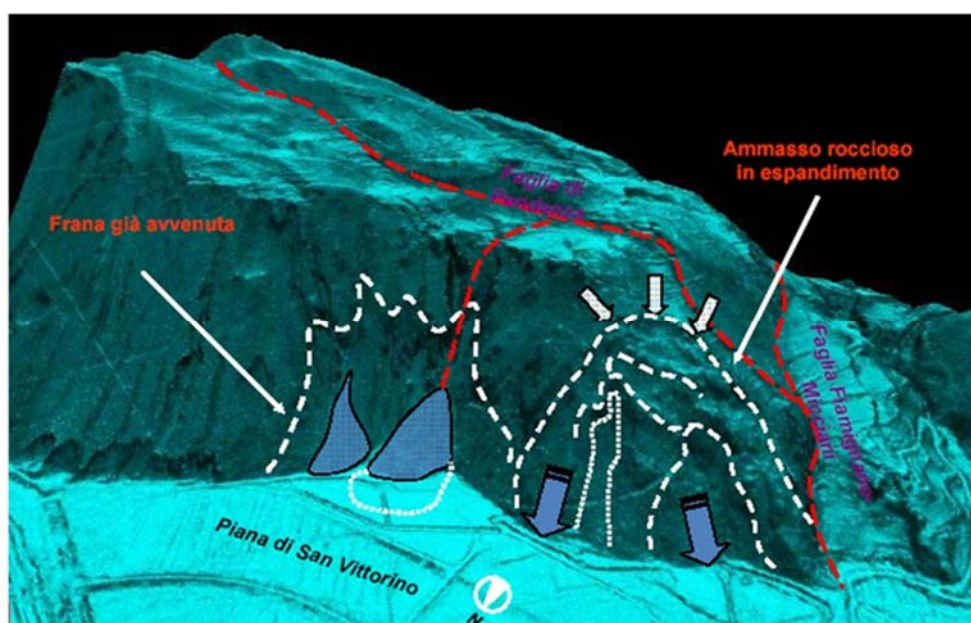


Figura 11 – Vista 3D del versante con i principali lineamenti geomorfologici e i relativi processi gravitativi in atto e passati. In bianco la delimitazione indicativa dei settori di versante coinvolti in processi di instabilità gravitativa, in rosso gli elementi tettonici. Le frecce indicano le prevalenti direzioni di spostamento dei blocchi.

6.3 Problematiche di carattere geomorfologico lungo il tracciato di progetto

Al fine di valutare le criticità per processi di frana (sia per crolli e ribaltamenti di blocchi sia per movimenti complessi) nelle zone in cui ricade il tracciato di progetto, è stata verificata la presenza di movimenti franosi già catalogati nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), redatto dall’Autorità di Bacino del Fiume Tevere, e nel Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), redatto dall’ISPRA.

Entrambi i cataloghi riportano la già descritta Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (DGPV) attiva nel versante delle Sorgenti del Peschiera.

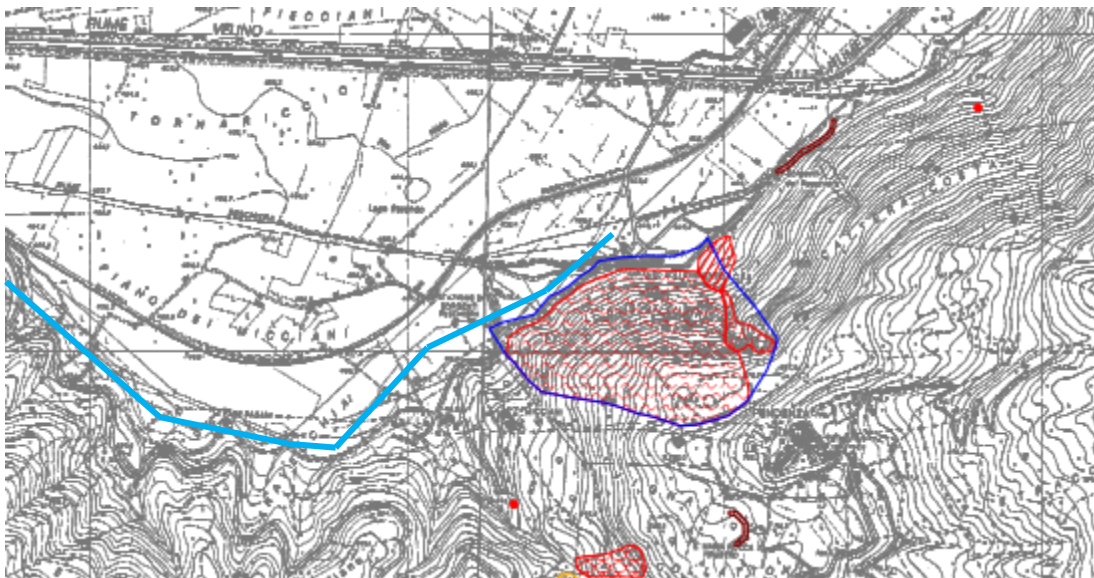


Figura 12 – Zone soggette ad instabilità gravitativa censite dal PAI nel settore in cui ricade il versante delle Sorgenti del Peschiera (DGPV). La linea azzurra rappresenta una porzione del tracciato di progetto.

Di rilevante attenzione risultano essere gli attraversamenti vallivi dei Fiumi Salto e Turano, in particolar modo nei punti di sbocco ed imbocco della galleria di scavo. La valle del Salto presenta affioramenti conglomeratici massivi ed aggettanti, soggetti, nei settori più prossimi all’acquedotto esistente, a fenomeni di instabilità gravitativa per crollo o ribaltamento, perimetrati dal PAI con associato fattore di rischio elevato

(R3). Per quanto concerne l'attraversamento vallivo presso la valle del Turano, nessuno dei due database analizzati riporta frane già censite o note. Di fatto, rispetto alla valle del Salto, la valle del Turano appare caratterizzata da pendii meno acclivi, privi di pareti verticali aggettanti.

Riguardo l'attraversamento della valle del Fosso Ariana gli unici fenomeni di dissesto censiti sono localizzati nei pressi della Piana della Molette, in zone prossime all'acquedotto esistente.

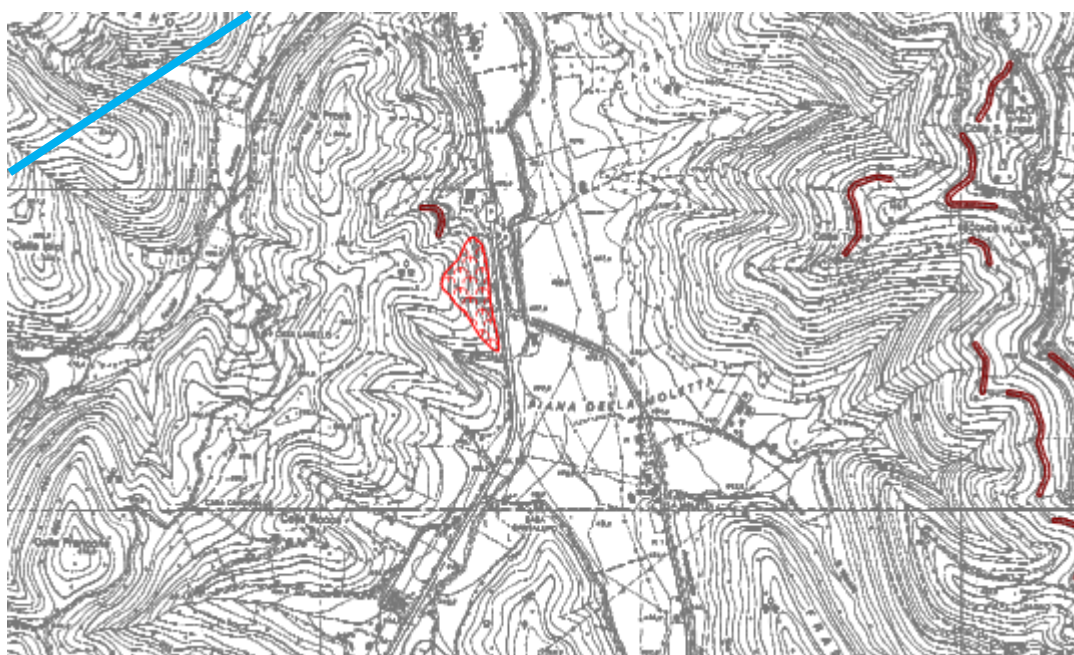


Figura 13 – Zone soggette ad instabilità gravitativa censite sia dal PAI in Loc. Piana delle Molette, nella valle del Fosso Ariana. La linea azzurra rappresenta una porzione del tracciato di progetto.

Una diffusa franosità è invece presente nei pressi dell'abitato di Salisano, dove risultano perimetrare zone soggette a frane attive per crollo e ribaltamento, scivolamento, movimenti complessi ed aree soggette a franosità diffusa.

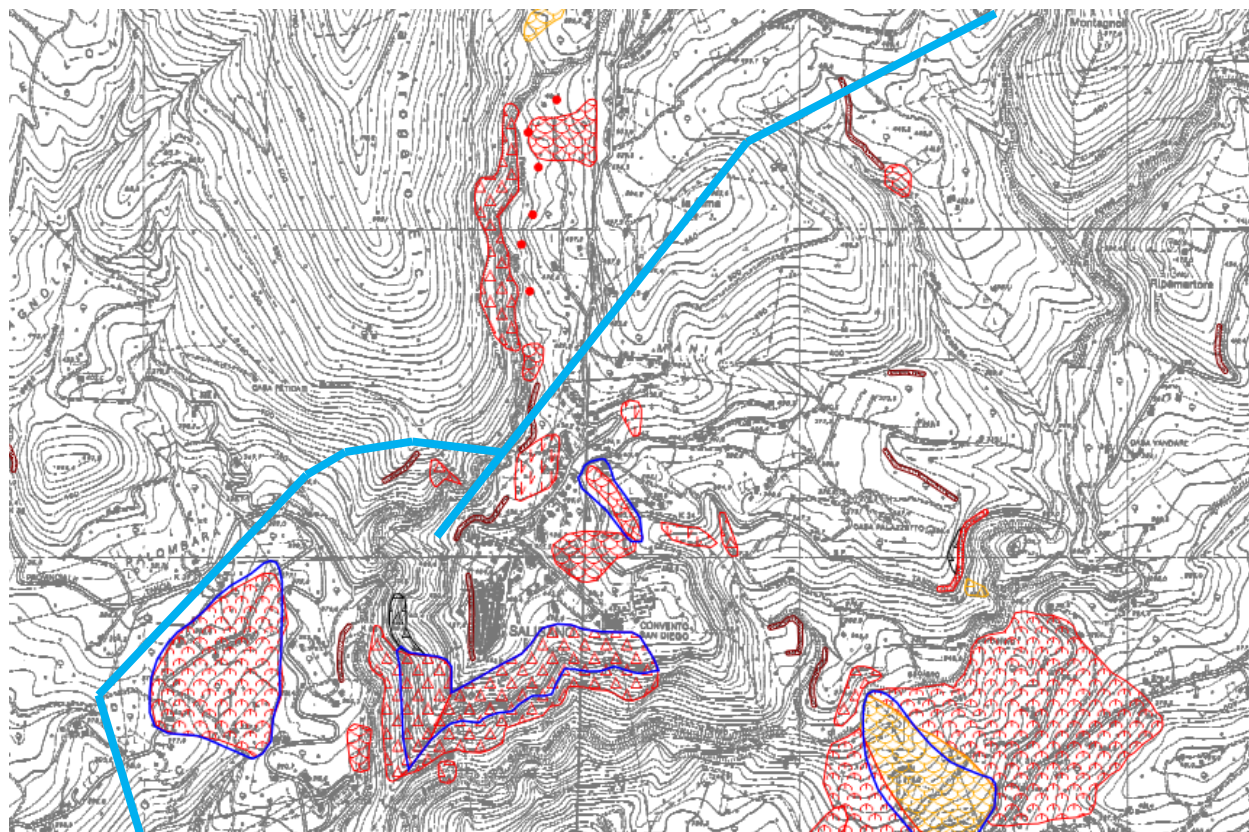


Figura 14 – Zone soggette ad instabilità gravitativa censite sia dal PAI presso l'abitato di Salisano. La linea azzurra rappresenta una porzione del tracciato di progetto.

6.4 Fenomeni di subsidenza

Uno dei rischi affrontati nell'ambito di questo studio risulta essere connesso ai potenziali processi di subsidenza areale attesi, vista la particolare configurazione geologico-geomorfologica propria delle conche intramontane.

Come evidenziato dai risultati derivanti da analisi di interferometria SAR satellitare, condotte analizzando immagini ERS, ENVISAT e COSMO SKY-MED, in configurazione ascending e descending, sono stati registrati abbassamenti diffusi (fenomeni di subsidenza) con valori massimi dell'ordine di circa 1 cm/anno. Tali zone risultano essere localizzate nella valle del torrente Canera e nel settore meridionale della Conca di Rieti. I processi di subsidenza rilevati in tali zone sono riconducibili alla particolare conformazione geologica presente. Infatti, i processi di consolidamento delle coperture alluvionali deposte a partire dal Plio-Pleistocene, giustificano le significative entità di abbassamenti riscontrate.

Sebbene non siano presenti manifestazioni dirette di subsidenza diffusa nell'area della piana di San Vittorino, data la natura geologica simile di questa piana e della contemporanea presenza di frequenti fenomeni di sprofondamento rapido puntuale (sinkhole), non si può escludere la presenza di fenomeni analoghi.

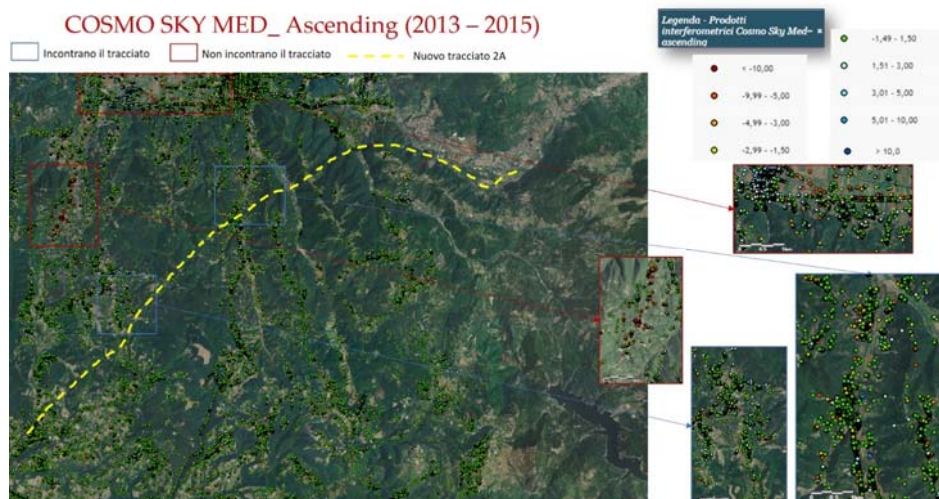


Figura 15 – Mappa relativa agli abbassamenti registrati durante le analisi di interferometria SAR satellitare nell'intervallo temporale 2013-2015.

ricade nel **Sistema di Suolo B4**, rappresentato da rilievi collinari su depositi ghiaioso-sabbiosi talvolta cementati;

- **Settore C – San Giovanni Reatino e Salisano:**

rientra quasi interamente nel **Sistema di Suolo H4**, rappresentato da rilievi montuosi calcareo-marnosi e calcarei prevalentemente posti al di sotto dei 1000 m di quota. Nel tratto finale, in cui è incluso il sorpasso della centrale di Salisano, tale settore ricade nuovamente nel **Sistema di Suolo B4**, rappresentato da rilievi collinari su depositi ghiaioso-sabbiosi talvolta cementati.

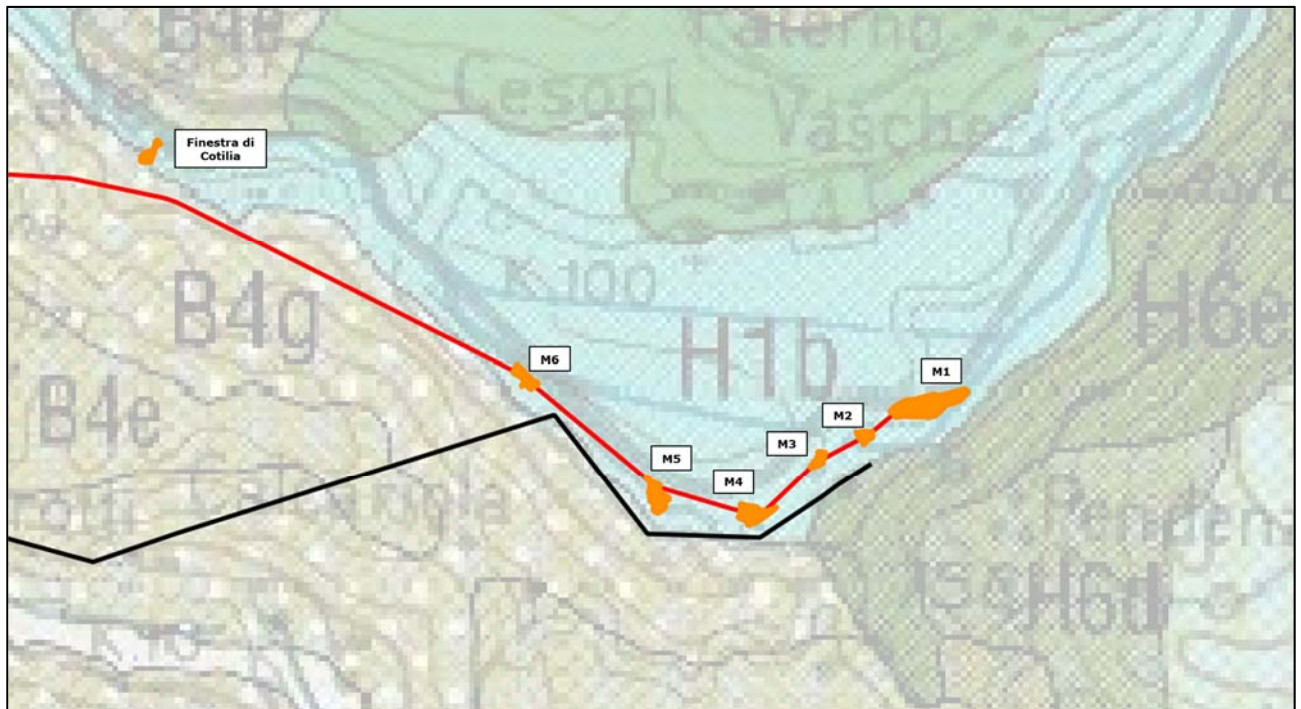
Più in dettaglio, sono state evidenziate le caratteristiche dei suoli che interessano tutte le aree di cantiere previste, in quanto sedi dei principali manufatti di progetto:

- **Aree di cantiere nella Piana di San Vittorino**

→ **M1, M2, M3, M4, M5, M6 e Finestra di Cotilia:**

L'Unità Cartografica prevalente è classificata come **H1b** (fondovalle fluviale su sedimenti alluvionali e terrazzi antichi), con superfici a pendenza da debole a forte (3-35%). La copertura e l'uso di tali suoli, con profondità utile da moderatamente a molto elevata, è prevalentemente dedicata ad attività agricole. Ben drenati, aventi tessitura franco sabbioso-argillosa, con frammenti grossolani comuni molto calcarei.

Una seconda Unità Cartografica che limitatamente interessa la sola area di cantiere Finestra di Cotilia è la **B4g**, rappresentante versanti su ghiaie sabbiose con superfici a pendenza da molto forte a scoscesa (>35%). La copertura e l'uso di tali suoli, con profondità utile moderatamente elevata, è prevalentemente dedicata a boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie. Ben drenati, aventi tessitura franco-argillosa, con frammenti grossolani frequenti fortemente calcarei;



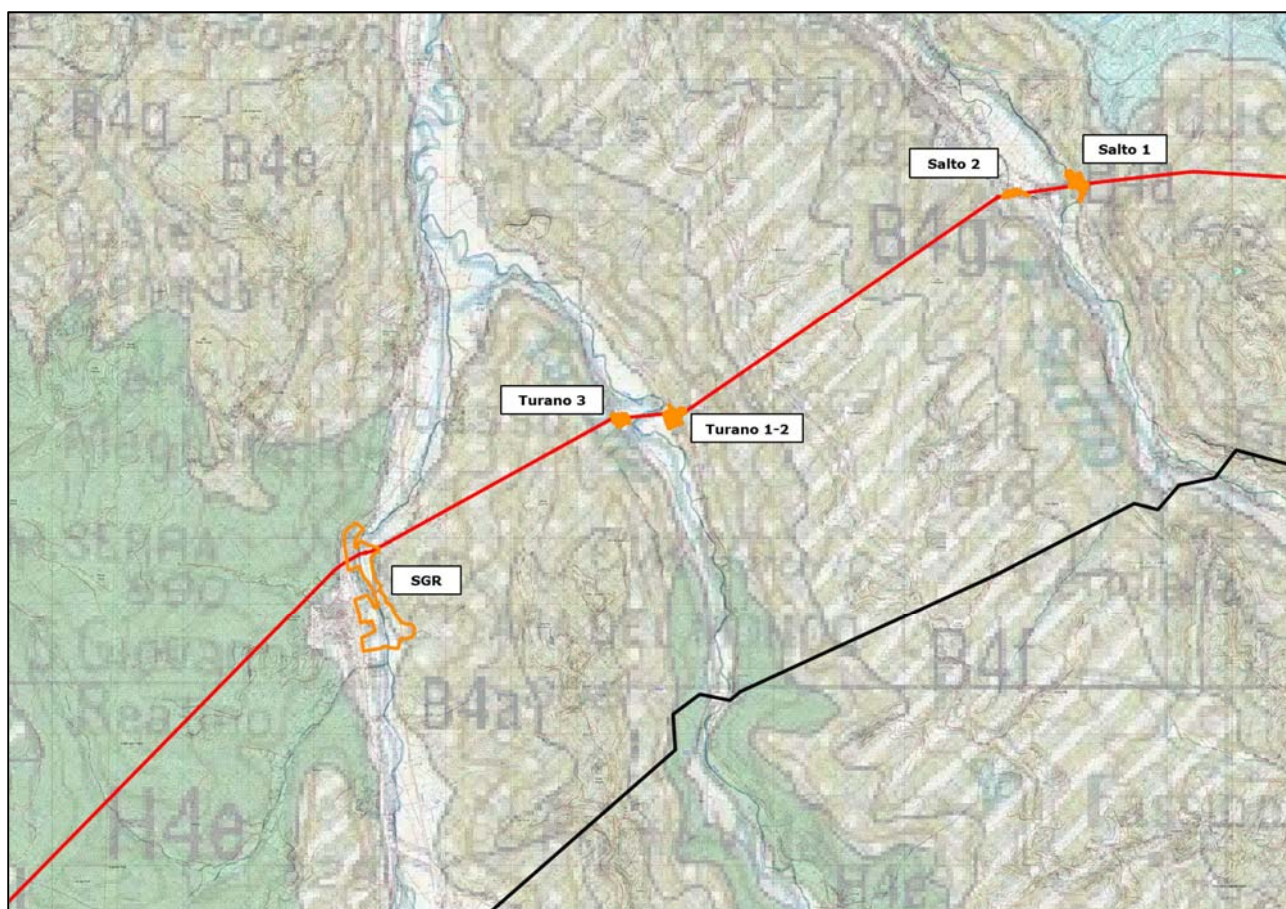
- **Aree di cantiere in zone vallive**

→ **Salto 1, Salto 2, Turano 1, Turano 2, Turano 3 e SGR:**

L'Unità Cartografica che interessa le aree di cantiere nelle zone vallive relative al Fiume Salto, Fiume Turano e Torrente Ariana è rappresentata da incisioni torrentizie con depositi fluviali ed aree di colluvio (**B4a**). La superficie topografica risulta essere pianeggiante o moderatamente pendente (0-14%). La copertura e l'uso di tali suoli, con profondità utile da elevata a molto elevata, è prevalentemente dedicata ad attività agricole. Ben drenati, aventi tessitura franco-sabbioso-argillosa, con frammenti grossolani comuni molto calcarei.

Per quanto riguarda le aree di cantiere Salto 1, Turano 1 e Turano 2, l'Unità Cartografica **B4g** risulta comprendere una porzione delle suddette aree. Essa rappresenta versanti su ghiaie sabbiose con superfici a pendenza da molto forte a scoscesa (>35%). La copertura e l'uso di tali suoli, con profondità utile moderatamente elevata, è prevalentemente dedicata a boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie. Ben drenati, aventi tessitura franco-argillosa, con frammenti grossolani frequenti fortemente calcarei.

Per quanto concerne l'area di cantiere SGR, essa si imposta quasi esclusivamente su suoli classificati come **B4a**, nella sua porzione centrale. La sua estensione con un allungamento prevalente direzionato N-S, permette a tale area di essere lievemente interessata da suoli con caratteristiche relative all'Unità Cartografica **B4g** (settore meridionale), sia **H4e** (settore settentrionale). Quest'ultima rappresenta versanti dei rilievi su alternanze calcareo-marnose e calcari con pendenza da molto forte a scoscesa (>35%). La copertura e l'uso di tali suoli, con profondità utile scarsa, è dedicata sia a boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie (52%), sia a vegetazione arbustiva (12%), sia a ad attività agricole (12%). Moderatamente ben drenati, aventi tessitura franco-argillosa-sabbiosa in superficie e argillosa negli orizzonti sottostanti, con frammenti grossolani abbondanti e frequenti fortemente calcarei.



- **Aree di cantiere in località Salisano**

→ **Nodo S PZ1, Vertice XXII, PZ2, AIIDX, BIP e AIISX:**

In località Salisano, i suoli presenti fanno riferimento a diverse Unità Cartografiche, come quanto di seguito descritto:

• **Nodo S PZ1**

L'Unità Cartografica prevalente è classificata come **H4d**. Quest'ultima rappresenta versanti dei rilievi su alternanze calcareo-marnose e calcari con pendenza da moderata a forte (6-35%). La copertura e l'uso di tali suoli, con profondità utile scarsa, è dedicata sia a boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie (19%), sia a ad attività agricole (70%). Moderatamente ben drenati, aventi tessitura franco-argillosa-sabbiosa in superficie e franca negli orizzonti sottostanti, con frammenti grossolani e frequenti fortemente calcarei;

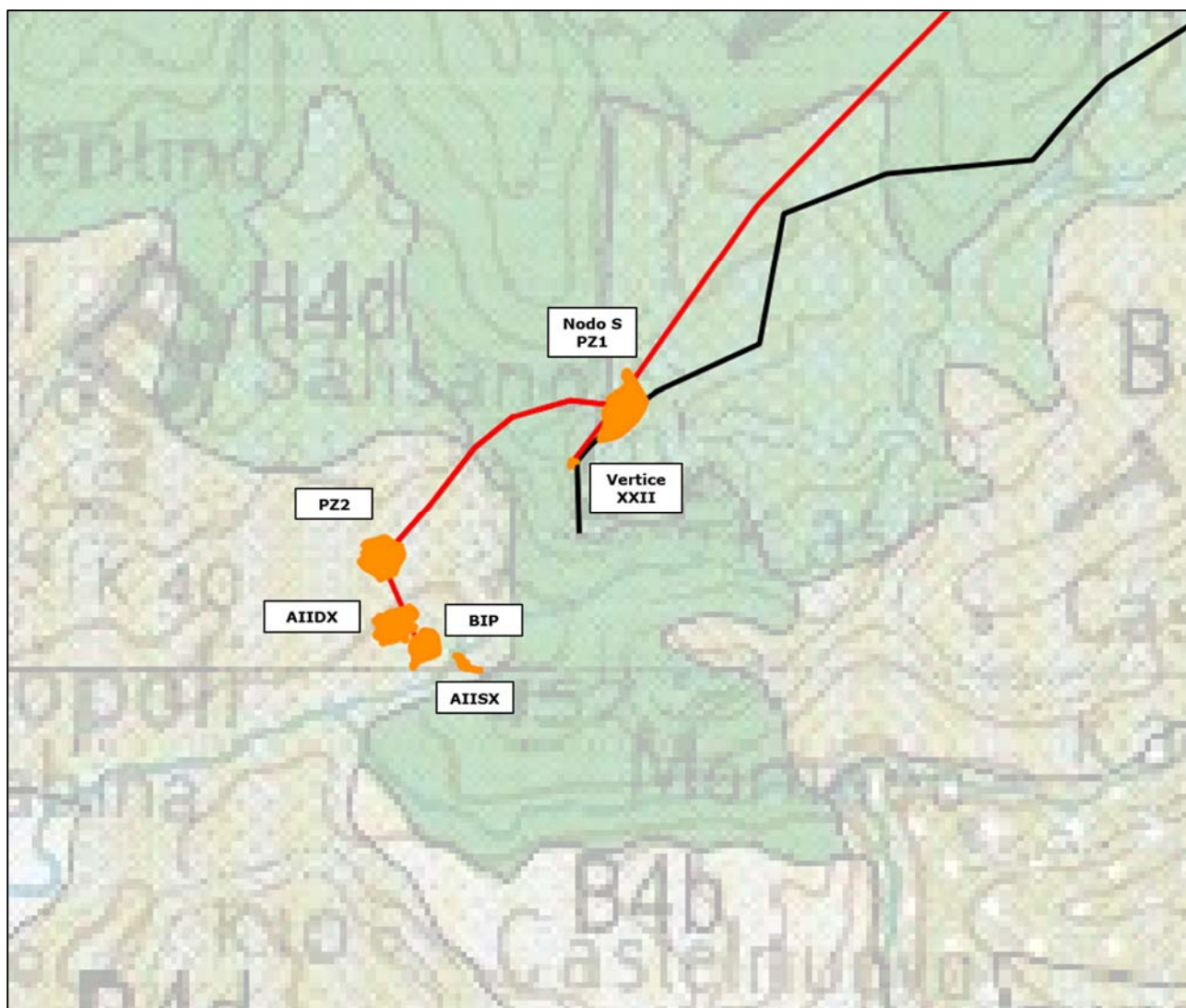
• **Vertice XXII**

L'Unità Cartografica prevalente è classificata come **H4e**. Quest'ultima rappresenta versanti dei rilievi su alternanze calcareo-marnose e calcari con pendenza da molto forte a scoscesa (>35%). La copertura e l'uso di tali suoli, con profondità utile scarsa, è dedicata sia a boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie (52%), sia a vegetazione arbustiva (12%), sia ad attività agricole (12%). Moderatamente ben drenati, aventi tessitura franco-argillosa-sabbiosa in superficie e argillosa negli orizzonti sottostanti, con frammenti grossolani abbondanti e frequenti fortemente calcarei;

• **PZ2, AIIDX, BIP e AIISX**

L'Unità Cartografica prevalente è classificata come **B4d**. Essa rappresenta versanti prevalentemente su ghiaie e secondariamente su sabbie marine, con superfici a pendenza da moderata a forte (6-35%). La copertura e l'uso di tali suoli, con profondità utile moderatamente elevata, è prevalentemente dedicata ad attività agricole (>90%). Ben

drenati, aventi tessitura franco-argillosa, con frammenti grossolani frequenti fortemente calcarei.



7. SERIE STRATIGRAFICA LOCALE

Nel presente capitolo vengono riportate le descrizioni litologiche di dettaglio delle litologie affioranti e rilevate ai fini della ricostruzione geologica dell'area in esame, unitamente al loro assetto stratigrafico.

7.1 Descrizione litologica e stratigrafica

Le unità litostratigrafiche affioranti nell'area di studio comprendono i depositi pre-orogenerici appartenenti alla successione stratigrafica Sabina, depositi in ambiente marino in un intervallo compreso tra il Giurassico e il Miocene inferiore, e unità postorogeneriche di ambiente continentale, appartenenti al Sintema del paleo-Farfa. Depositati più recenti sono costituiti da lembi sparsi di breccie del Pleistocene superiore, ascrivibili al Sintema di Caporio (Foglio CARG 357 "Cittaducale"), e dai depositi recenti (alluvioni e depositi di versante) di età olocenica.

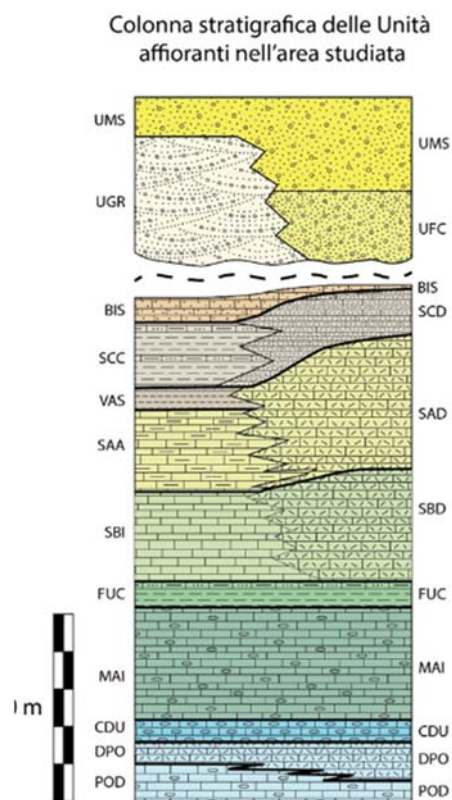


Figura 17 – Colonna stratigrafica delle unità affioranti nell'area studiata.

7.1.1 Depositi Pre-orogenici

Le unità sono descritte in successione stratigrafica dall'unità più antica affiorante (Calcari e Marne a Posidonia) alla più recente (Bisciario).

➤ **Calcari e Marne a Posidonia (Aaleniano-Bajociano inferiore) POD**

Calcari micritici grigi in strati decimetrici, localmente più sottili, con rari interstrati marnosi, liste e noduli di selce. I livelli micritici sono caratterizzati dalla presenza di abbondanti bivalvi a guscio sottile (*Posidonia auctt.*). La frazione argillosa diminuisce gradualmente verso l'alto. L'unità affiora al tetto del *thrust* del M. Tancia, nel settore sudoccidentale dell'area studiata. Lo spessore della formazione è di circa 100 m.

➤ **Calcari detritici a Posidonia (Bajociano p.p.) DPO**

Calcareniti spesso oolitiche di colore da nocciola a bianco, organizzate in strati e banchi di spessore fino a diversi metri, con livelli di brecciole più frequenti al tetto della formazione. Livelli micritici di color nocciola ricchi di "*Posidonia*" sono subordinati. Sono presenti intercalazioni, liste e noduli di selce grigia. L'unità affiora nell'unità tettonica di tetto del sovrascorrimento del M. Tancia, nel settore sudoccidentale dell'area studiata. Lo spessore della formazione è di circa 100 m.

➤ **Calcari Diasprigni (Bajociano superiore – Titonico inferiore) CDU**

Calcari selciferi, ben stratificati, con abbondanti livelli di selce policroma, ma essenzialmente grigio/biancastra. Sono presenti calcareniti da fini a grossolane e, localmente, brecciole calcaree in spesse bancate. Il contenuto fossilifero della parte alta della formazione è caratterizzato dalla presenza di *Saccocoma* sp. L'unità affiora nell'unità tettonica di tetto del *thrust* del Tancia, nel settore sudoccidentale dell'area studiata. Lo spessore è di circa 60m.

➤ **Maiolica (Titonico superiore – Aptiano inferiore) MAI**

Calcari micritici di colore bianco organizzati in strati di spessore 10-40 cm, con liste e noduli di selce chiara. Sono presenti subordinati calcari finemente detritici di colore bianco. Il contenuto fossilifero è costituito da radiolari e calpionelle. Il tetto della formazione è caratterizzato da calcari grigi bioturbati con selce nera e intercalazioni di livelli pelitici scuri; questo intervallo è spesso interessato da fenomeni di *slumping*.

L'unità affiora estesamente nell'area studiata al tetto del *thrust* del Tancia, nel settore sudoccidentale dell'area studiata. Affiora inoltre nella dorsale montuosa che separa la valle Ariana dalla valle del torrente Canera-Fosso di Montenero, nei dintorni di San Giovanni Reatino e al nucleo dell'anticlinale di Grotti, nella valle del Salto. Lo spessore è di oltre 300 metri.

➤ **Marne a Fucoidi (Aptiano p.p. - Albiano p.p.) FUC**

Marne e marne argillose di colore grigio-verdastro o violaceo, sottilmente stratificate e intercalate a subordinati calcari marnosi dello stesso colore. Le marne sono tipicamente bioturbate (*Chondrites sp. = Fucoidi auctt.*). Il contenuto fossilifero è costituito essenzialmente da foraminiferi planctonici (*Hedbergella sp., Ticinella sp., Biticinella sp.*). Nei dintorni di San Giovanni Reatino e nella valle del Salto sono frequenti le intercalazioni di calcareniti e brecciole contenenti materiale di piattaforma carbonatica. Sono presenti frequenti intervalli caratterizzati da deformazione gravitativa sinsedimentaria (*slumpings*). L'unità affiora nella dorsale montuosa che separa la valle Ariana dalla valle del torrente Canera-Fosso di Montenero, nei dintorni di San Giovanni Reatino e Montenero Sabino e a Grotti, nella valle del Salto. Lo spessore è di circa 70 metri.

➤ **Scaglia Bianca (Albiano superiore p.p. - Cenomaniano) SBI**

Calcari micritici e calcari marnosi bianchi organizzati in strati decimetrici con liste, lenti, e noduli di selce grigia o nera. Sono frequenti le intercalazioni calcarenitiche in strati spessi e bancate metriche. Il contenuto fossilifero dei livelli micritici è costituito da foraminiferi planctonici (*Planomalina sp.,* e gruppo delle "rotalipore" s.l.). La porzione inferiore della formazione presenta frequenti intercalazioni marnoso-argillose. Al top della formazione è presente il "Livello Bonarelli", costituito da marne argillose giallastre e nerastre, ricche in sostanza organica. Nell'area investigata il Livello Bonarelli è stato osservato esclusivamente nella dorsale a est di Monte San Giovanni in Sabina. L'unità affiora estesamente nell'area studiata, in particolare nella dorsale che separa la valle Ariana dalla valle del torrente Canera-Fosso di Montenero e nella valle del Turano. Lo spessore è variabile, fino a raggiungere un massimo di oltre 250 metri.

➤ **Scaglia Bianca Detritica (Albiano superiore p.p. - Cenomaniano) SBD**

Nelle valli del Salto e del Turano la componente detritica intercalata ai livelli pelagici della Scaglia Bianca diventa dominante, al punto che si rende necessaria una distinzione tra le unità ivi affioranti e la tipica Scaglia Bianca. L'unità si presenta con strati calcarenitici e calciruditi pluridecimetri di colore bianco-grigiastro, con subordinate bancate di spessore metrico, contenenti essenzialmente un biodetrito indeterminabile e bioclasti di organismi di piattaforma carbonatica, quali rudiste e foraminiferi bentonici. La selce è meno frequente rispetto alla Scaglia Bianca tipica, e di colore bianco. Sono presenti frequenti intervalli caratterizzati da deformazione gravitativa sinsedimentaria (*slumpings*). I rari livelli pelagici presentano un contenuto fossilifero del tutto paragonabile a quello della Scaglia Bianca. L'unità affiora nella Valle del Salto e nella Valle del Turano, nel settore nordorientale dell'area investigata. Lo spessore è di oltre 300 metri.

➤ **Scaglia Rossa (Turoniano – Eocene medio p.p.) SAA**

Calcarei micritici alternati a calcari marnosi e marne di colore rossastro o avana, organizzati in strati di spessore decimetrico, con liste e noduli di selce rossa. A queste litologie si intercalano strati calcarenitici e bancate detritiche di spessore fino a 1 m contenenti materiale di piattaforma carbonatica. Il contenuto fossilifero dei livelli micritici è costituito, nella parte cretacea, da abbondanti foraminiferi planctonici carenati del gruppo delle "globotruncane" s.l.; la porzione paleogene dell'unità è invece caratterizzata da abbondanti foraminiferi planctonici appartenenti ai gruppi delle "globigerine" e "globorotalie" s.l.. Nella Scaglia Rossa si individua il passaggio Cretacico-Paleogene, marcato dalla brusca variazione nel contenuto micro-fossilifero appena descritta e, nella zona rilevata, dalla presenza di un intervallo clastico a matrice micritica (*debris-flow*) con litoclasti di piattaforma carbonatica. L'unità affiora nella porzione sudoccidentale dell'area studiata, nella valle che separa il sovrascorrimento del M. Tancia (Salisano-Mompeo) dalla dorsale a est degli abitati di Montenero Sabino e Monte San Giovanni in Sabina, nonché nella porzione più settentrionale della valle del Salto. Lo spessore è oltre 200 metri.

➤ **Scaglia Rossa detritica (Turoniano – Eocene medio p.p.) SAD**

Così come per la Scaglia Bianca, anche nella Scaglia Rossa delle valli del Salto e del Turano la componente detritica intercalata ai livelli pelagici diventa dominante, al punto che si rende necessaria una distinzione tra le unità ivi affioranti e la tipica Scaglia Rossa. L'unità si presenta con strati calcarenitici e calciruditici pluridecimetrici di colore bianco-grigiastro o avana, con subordinate bancate di spessore metrico, contenenti essenzialmente un biodetrito indeterminabile, bioclasti di organismi di piattaforma carbonatica e litoclasti. La porzione cretacea dell'unità contiene essenzialmente bioclasti di rudiste, echinodermi, microforaminiferi e macroforaminiferi bentonici tipo *Orbitoides* sp. Nella porzione paleogenica dell'unità il contenuto fossilifero dei livelli grossolani è costituito da echinodermi, macroforaminiferi (nummulitidi ed alveolinidi), briozoi, bivalvi e litoclasti di piattaforma carbonatica. La selce è meno frequente rispetto alla Scaglia Rossa tipica, e di colore bianco o grigio; nella porzione superiore dell'unità sono presenti frequenti intercalazioni marnose o argillose di colore grigio-verdastro. La scarsità dei livelli pelagici riduce di molto la risoluzione biostratigrafica, per questo motivo in questa formazione è stato incluso anche il corrispettivo detritico della Scaglia Variegata. I rari livelli pelagici presentano un contenuto fossilifero del tutto paragonabile a quello della Scaglia Rossa e della Scaglia Variegata. L'unità affiora nella Valle del Turano, nel settore nordorientale dell'area investigata. Lo spessore è di oltre 360 metri.

➤ **Scaglia variegata (Eocene medio – Eocene superiore) VAS**

Alternanze di marne calcaree, marne e marne argillose di colore rosato, avana e grigio, organizzati in strati decimetrici. Intercalate a queste litologie si rinvengono calcareniti biancastre con macroforaminiferi in strati pluridecimetrici. Nella parte alta dell'unità sono presenti a luoghi brecciole a nummuliti. Il contenuto fossilifero dei livelli pelagici è costituito da foraminiferi planctonici (*Morozovella* sp., *Turborotalia* sp., *Acarinina* sp.). L'unità affiora nella porzione sudoccidentale dell'area studiata, nella valle che separa il sovrascorrimento del M. Tancia (Salisano-Mompeo) dalla

dorsale a est degli abitati di Montenero Sabino e Monte San Giovanni in Sabina. Spessore circa 60 metri.

➤ **Scaglia Cinerea (Eocene superiore p.p. – Aquitaniano inferiore p.p.) SCC**

Marne, marne calcaree e marne argillose di colore grigio verdastro o, raramente, violaceo, organizzate in strati sottili e spesso intensamente foliate. Sono presenti frequenti intercalazioni costituite da calcareniti e brecciole calcaree ricche in macroforaminiferi, di spessore pluridecimetrico. Il contenuto fossilifero dei livelli emipelagici è caratterizzato dall'abbondanza di foraminiferi planctonici (*globigerinidi*, *Catapsydrax* sp.). L'unità affiora nella porzione sudoccidentale dell'area studiata, nella valle che separa il sovrascorrimento del M. Tancia (Salisano-Mompeo) dalla dorsale a est degli abitati di Montenero Sabino e Monte San Giovanni in Sabina. Lo spessore della formazione è variabile e può raggiungere i 200 metri.

➤ **Scaglia Cinerea detritica (Eocene superiore p.p. - Oligocene) SCD**

Come per la Scaglia Bianca e Rossa, anche nella Scaglia Cinerea del settore nordorientale dell'area investigata la componente detritica intercalata ai livelli pelagici diventa dominante, al punto che si rende necessaria una distinzione tra le unità ivi affioranti e la tipica Scaglia Cinerea. L'unità è costituita da livelli carbonatici detritici, organizzati in strati pluridecimetrici e bancate lenticolari, contenenti abbondanti macroforaminiferi. A questi si intercalano calcari marnosi e marne argillose di colore grigio-verdastro, giallastro e avana. La porzione componente marnosa è subordinata a quella calcarenitica/calciruditica, tanto che la formazione ha un aspetto francamente calcareo. L'unità affiora nella valle del Turano. Lo spessore della formazione supera i 100 metri.

➤ **Bisciario (Aquitaniano.p.p. – Burdigaliano) BIS**

Alternanze di marne, marne calcaree e calcari marnosi, spesso silicei, di colore grigio, marrone e nero, organizzati in strati da decimetrici a pluridecimetrici, con lenti e noduli di selce nera. Le marne sono spesso bioturbate. Sono frequenti livelli vulcanoclastici. La fauna è caratterizzata da radiolari, spicole di spugna e foraminiferi planctonici (*Globoquadrina* sp., *Catapsydrax* sp., *Globigerina* sp.). L'unità affiora nella

porzione sudoccidentale dell'area studiata, nella valle che separa il sovrascorrimento del M. Tancia (Salisano-Mompeo) dalla dorsale a est degli abitati di Montenero Sabino e Monte San Giovanni in Sabina. Lo spessore della formazione è di oltre 60 metri.

7.1.2 Depositi Postorogenici

I depositi postorogenici affioranti nell'area appartengono al sistema del paleo-Farfa, appartenente al Supersistema Tiberino (Cavinato, 1993; Foglio CARG 357 "Cittaducale").

➤ Unità di Fosso Canalicchio (Pliocene superiore) UFC

Conglomerati grossolani a clasti arenacei e calcarei, con diametro generalmente compreso da pochi cm a oltre 20 cm, organizzati in bancate metriche e generalmente poco cementati per la presenza di sabbia nella matrice. L'unità affiora nell'estremo settore nordorientale dell'area (Valle del Velino). Lo spessore può superare i 200 m.

➤ Unità di Cenciara (Pliocene superiore) UGR

Conglomerati eterometrici clasto-sostenuti a clasti calcarei e calcareo-marnosi, con diametro medio compreso tra 5 e 15 cm. I conglomerati si presentano in strati piano-paralleli o blandamente lentiformi di spessore metrico, o in bancate spesse fino a 20-30 metri. A luoghi a tali intervalli si intercalano livelli più grossolani, con blocchi di dimensioni anche metriche. Sono presenti orizzonti spessi fino a 2-3 metri costituiti da calcareniti laminate, silt carbonatici e micro-conglomerati. La composizione dei clasti è riferibile alle unità della successione sabina e della piattaforma laziale-abruzzese, i clasti arenacei e gli intervalli sabbiosi silico-clastici sono invece assenti. L'unità affiora estesamente nel settore nordorientale dell'area investigata. Lo spessore è variabile da alcune decine di metri a oltre 350 m nella valle del F. Turano.

➤ Unità di Monteleone Sabino (Pliocene superiore) UMS

Conglomerati clasto-sostenuti costituiti da ciottoli calcarei e arenacei, associati a ghiaie in matrice sabbiosa con subordinate lenti sabbioso-pelitiche. Il grado di cementazione dei corpi conglomeratici è basso per via della natura silicoclastica della matrice. Alcuni intervalli sono costituiti da calcareniti finissime e marne intercalate ad argille con resti vegetali e sabbie silicoclastiche. L'unità affiora estesamente nel settore nordorientale dell'area investigata, ma alcuni affioramenti di limitata

estensione sono presenti fino al limite sudoccidentale dell'area (Salisano). Lo spessore è molto variabile e può superare i 250 m.

➤ **Alluvioni (Olocene)**

Depositi eterometrici con clasti da centimetrici a decimetrici, intercalati a lenti di sabbie, silt e argille, anche contenenti abbondante materiale vegetale e torboso. Affiorano lungo le valli fluviali. Spessore fino a oltre 30 metri.

➤ **Depositi di versante (Olocene)**

Brecce e conglomerati fortemente eterometrici, da sciolti a debolmente cementati. Spessore è variabile da pochi metri fino a 10-20 m.

7.2 Analisi chimiche eseguite su litotipi rocciosi

Al fine di determinare le caratteristiche chimiche dei litotipi che saranno trattati come sottoprodotto (si rimanda al Piano di Utilizzo) e che maggiormente saranno interessati dalle fasi di realizzazione dell'opera di progetto, è stato eseguito il set analitico minimale previsto dalla tabella 4.1 del DPR 120/2017. Si fa presente che sui campioni porfirizzati, per ovvi motivi, non è stata possibile la determinazione dell'amianto

Di seguito si riportano i risultati ottenuti.

Tabella 7. Tabella sinottica relativa al set analitico minimale eseguito sui litotipi rocciosi.

Parametri	U.M.	Terreno - Campione 1	Terreno - Campione 2	Terreno - Campione 3	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C06 (B)	C07	C08
		Conglomerati			Scaglia Rossa	Scaglia Cinerea	Calcari Diasprigni	Marne a Posidonia	Calcari detritici a Posidonia	Maiolica - litoidi	Maiolica	Scaglia Bianca	Maiolica
Residuo secco a 105°C	%	98.6	98.6	98.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scheletro	%	-	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Idrocarburi > C13	mg/Kg ss	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Antimonio	mg/Kg ss	<1.0	<1.0	<1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsenico	mg/Kg ss	3.8	3.3	3.7	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0

Parametri	U.M.	Terreno - Campione 1	Terreno - Campione 2	Terreno - Campione 3	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C06 (B)	C07	C08
		Conglomerati			Scaglia Rossa	Scaglia Cinerea	Calcari Diasprigni	Marne a Posidonia	Calcari detritici a Posidonia	Maiolica - litoidi	Maiolica	Scaglia Bianca	Maiolica
Berillio	mg/Kg _{ss}	0.72	0.46	0.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cadmio	mg/Kg _{ss}	<0.3	<0.3	<0.3	0.9	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.5
Cobalto	mg/Kg _{ss}	3.5	2.9	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo VI	mg/Kg _{ss}	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Cromo totale	mg/Kg _{ss}	4.6	3.8	4.9	3.9	3.3	2.9	1.8	1.5	5.2	1.1	2.8	1.3
Mercurio	mg/Kg _{ss}	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nichel	mg/Kg _{ss}	7.3	6.2	8.1	7.8	3.4	4.3	2.2	1.1	8.1	1.3	2.3	<1.0
Piombo	mg/Kg _{ss}	2.3	2.3	3.7	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Rame	mg/Kg _{ss}	10.8	11.3	13.6	8.9	<1.0	4.6	4.6	4.3	10	2.1	30.5	<1.0
Selenio	mg/Kg _{ss}	<1.0	<1.0	<1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stagno	mg/Kg _{ss}	<1.0	1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tallio	mg/Kg _{ss}	<0.3	<0.3	<0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vanadio	mg/Kg _{ss}	9.8	8	9.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinco	mg/Kg _{ss}	16.5	22.3	24.8	10.3	4.7	8.4	16.9	26.6	35.8	14.1	28.2	5.3
Amianto (polveri e fibre libere)		assente	assente	assente	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH eluato	pH	7.9	7.9	7.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloruri	mg/L Cl	<5.00	<5.00	<5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluoruri	mg/L F	<0.50	<0.50	<0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solfati	mg/L SO ₄	<2.5	<2.5	<2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrati	mg/L NO ₃	<0.500	<0.500	<0.500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbonio Organico Disciolto	mg/L C	<21.1	20.1	14.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antimonio	mg/L Sb	<0.005	<0.005	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsenico	mg/L As	<0.005	<0.005	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Berillio	mg/L Be	<0.001	<0.001	<0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cadmio	mg/L Cd	<0.001	<0.001	<0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobalto	mg/L Co	<0.001	<0.001	<0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cromo totale	mg/L Cr	<0.025	<0.025	<0.025	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mercurio	mg/L Hg	<0.001	<0.001	<0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nichel	mg/L Ni	<0.010	<0.010	<0.010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piombo	mg/L Pb	<0.001	<0.001	<0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Parametri	U.M.	Terreno - Campione 1	Terreno - Campione 2	Terreno - Campione 3	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C06 (B)	C07	C08
		Conglomerati			Scaglia Rossa	Scaglia Cinerea	Calcari Diasprigni	Marne a Posidonia	Calcari detritici a Posidonia	Maiolica - litoidi	Maiolica	Scaglia Bianca	Maiolica
Rame	mg/L Cu	0.007	0.006	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Selenio	mg/L Se	<0.005	<0.005	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stagno	mg/L Sn	<0.005	<0.005	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tallio	mg/L Tl	<0.001	<0.001	<0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vanadio	mg/L V	<0.005	<0.005	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinco	mg/L Zn	<0.005	<0.005	<0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-

8. ASPETTI GEOLOGICO TECNICI

8.1 Caratterizzazione geomeccanica e geostrutturale dei litotipi rocciosi

Per quanto concerne la caratterizzazione geomeccanica delle litologie affioranti lungo il tracciato di progetto ste per il Nuovo Tronco Superiore dell'Acquedotto del Peschiera, a partire dal mese di marzo 2019 sono state effettuate 24 stazioni geomeccaniche di tipo oggettivo, raffigurate nella seguente figura, finalizzate alla caratterizzazione dell'ammasso roccioso in termini di caratteristiche fisiche, meccaniche e dei parametri di deformabilità e resistenza.

Obiettivo di tali indagini, in particolare, è stato quello di:

- caratterizzare, in ciascuna stazione di misura, le discontinuità presenti nell'ammasso in termini di parametri geometrici, morfologici e di alterazione, fino a definire i principali set di discontinuità;
- ricavare per ogni stazione geomeccanica i parametri fisici e meccanici d'ammasso;
- attribuire all'ammasso roccioso una classificazione in termini di Rock Mass Rating (RMR) e Geological Strenght Index (GSI);
- individuare i criteri per una possibile definizione di unità litotecniche tramite accorpamento e/o suddivisione delle Formazioni affioranti, sulla scorta dei parametri geomeccanici rilevati da affioramento e, in particolare, delle caratteristiche litologiche e di stato di fratturazione.

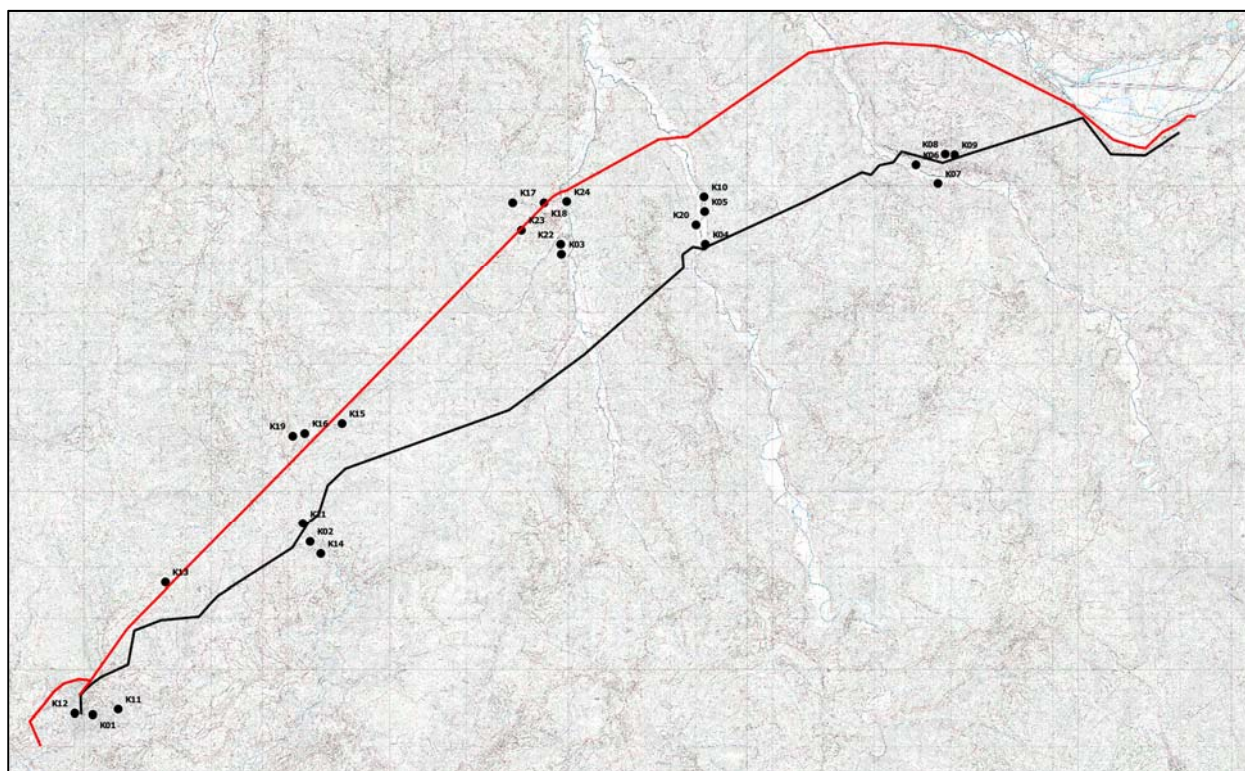


Figura 18 - Vista planimetrica riportante l'ubicazione delle stazioni geomeccaniche effettuate, unitamente al tracciato di progetto. In nero il tracciato esistente, in rosso il tracciato di progetto, in arancione le aree di cantiere.

Per quanto concerne la distribuzione dell'indice J_v all'interno delle singole formazioni, questo appare essere maggiormente disperso, ossia presentare maggiore deviazione standard, nella Scaglia Detritica e nella Scaglia Variegata. Invece, riguardo la distribuzione dell'indice I_b all'interno delle singole formazioni, questo appare essere maggiormente disperso, presentando maggiore deviazione standard, nelle formazioni complesse, ossia quelle che presentano alternanza di strati arenacei più competenti e strati marnosi meno competenti, e nei conglomerati (riportati nella seguente tabella).

	N° stazioni	J _v medio	Dev St J _v	I _b medio	Dev St I _b
SCZ	6	15.13	6.21	7.67	3.25
MAI	5	14.73	3.30	9.15	4.15
SBI	5	14.73	5.53	7.76	2.73
SAA	3	12.75	2.41	8.00	2.54
VAS	2	11.5	6.08	10.65	5.02
UGR	2	2.45	1.41	24.40	13.86
FUC	1	9	n.d.	5.50	n.d.

Tabella 8 - Valori medi dell'indice d'ammasso J_v ed I_b per ogni formazione indagata e loro deviazione standard.

Dall'analisi della distribuzione e della variabilità dell'indice d'ammasso J_v, espressione diretta del grado di fratturazione dell'ammasso roccioso, dell'indice di ammasso I_b, espressione del blocco tipico d'ammasso, e dei parametri di deformabilità e resistenza derivati, è possibile proporre l'istituzione di 4 Unità Litotecniche principali più 2 secondarie. Esse vanno a sintetizzare le formazioni sulla base dei caratteri di similitudine ed assimilabilità litologica, con particolare riferimento alla proporzione marnosa-calcareo, congiuntamente ai parametri geomeccanici rilevati in affioramento. Di seguito sono elencate le unità proposte:

- **A:** *Unità Litotecnica delle Scaglie Detritiche (SCZ)*: presentano un'alta variabilità al loro interno dell'indice J_v, a tratti fortemente fratturate e, come evidenziato dal rilevamento geologico, comprendono zone con numerose strutture plicative di tipo parassita a piccola e meso-scala;
- **B:** *Unità Litotecnica delle Formazioni carbonatiche fratturate (DPO, MAI, SBI, SAA)*: presentano una minore dispersione all'interno delle singole formazioni del valore dell'indice J_v ed una maggiore omogeneità nel rispettivo valor medio;
- **C:** *Unità Litotecnica delle Formazioni con stratificazione alternata prevalentemente arenacee e marnose (VAS, FUC)*: le deformazioni associate possono seguire sia le discontinuità presenti nell'ammasso roccioso sia essere guidate dalla presenza di piani di debolezza marnosi. Inoltre si evidenzia come, all'interno di questa Unità Litotecnica, la componente marnosa abbia funzione di *aquiclude* nei confronti della circolazione idrica sotterranea;

Con l'esecuzione di un rilevamento geomeccanico-geotecnico di dettaglio, è stato possibile identificare *fasce di cataclasite*, caratterizzate da roccia altamente fratturata, la quale può affiorare a cavallo degli elementi strutturali principali in una fascia di circa 30 m al letto ed al tetto dell'elemento tettonico stesso.

8.2 Caratterizzazione geotecnica dei depositi quaternari

La caratterizzazione geotecnica dei depositi quaternari è stata effettuata facendo riferimento alle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati durante la realizzazione dei sondaggi geognostici.

Per la definizione delle unità litotecniche relative ai depositi quaternari si è proceduto per prima cosa analizzando e confrontando nel complesso tutti i risultati ottenuti tramite le prove di laboratorio geotecnico ed in situ, escludendo i valori chiaramente fuori standard palesemente affetti da errore. Successivamente sono state definite le unità litotecniche all'interno delle quali sono stati compresi tutti i campioni caratterizzati da parametri fisico-meccanici simili. Per ciascuna unità litotecnica è stata fatta la media dei valori risultanti dalle prove di laboratorio geotecnico, con il fine di ottenerne una parametrizzazione fisico-meccanica media.

Di seguito sono elencate le unità litotecniche proposte:

- **D:** *Unità Litotecnica dei conglomerati massivi e cementati (UGR, UMS, UFC)*, quali quelli dell'Unità di Grotti;
- **E:** *Unità dei depositi alluvionali recenti (ALL)*, con terreni scarsamente addensati prevalentemente sciolti (piana di San Vittorino, valli del Salto, del Turano e piana delle Molette).

Dalle risultanze stratigrafiche derivate dal sondaggio geognostico S16(2), il quale ha evidenziato la presenza di terreni coesivi con intercalazioni limoso-sabbiose fini per uno spessore di circa 60 metri, è stato condotto un rilievo geologico e geofisico di dettaglio, atto a definirne l'assetto litostratigrafico e deposizionale. Infatti, tale deposito è stato classificato ad una facies di ambiente lacustre in discordanza eteropica con la formazione dei conglomerati UMS. Tale formazione, in quanto

presenta caratteristiche geotecniche differenti dalle altre unità investigate, definisce una nuova unità litotecnica, denominata:

- **F:** *Unità delle argille limose con intercalazioni sabbiose fini (FLG).*

8.3 Determinazione dei parametri di deformazione dalle indagini sismiche

Di seguito si indicano le correlazioni bibliografiche utilizzate per il calcolo dei parametri di deformazione dinamici calcolati tramite correlazione bibliografica dei parametri di input V_p , V_s e densità per le unità litotecniche relative ai depositi conglomeratici (UGR, UMS e UFC), data l'impossibilità di prelevare in tali formazioni campioni indisturbati significativi:

$$\text{Coefficiente di Poisson } \nu = \frac{V_p^2 - 2 V_s^2}{2 (V_p^2 - V_s^2)}$$

$$\text{Modulo di Young dinamico } E_d = \gamma V_s^2 [(3V_p^2 - 4 V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2)]$$

$$\text{Modulo di taglio (rigidità) } G_0 = \gamma V_s^2$$

$$\text{Modulo di comprimibilità o di Bulk } K = \gamma (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

Determinazione del Modulo di Young statico E_s :

Per la determinazione del modulo di Young statico E_s dal modulo dinamico E_d si applica la nota relazione proposta da Rzhevsky e Novik (1971) valida per i moduli misurati in MPa o Kg/cm²:

$$E_{\text{stat}} = \frac{E_{\text{din}}^{0.97}}{8.3}$$

Per gli ammassi rocciosi la bibliografia specialistica suggerisce di applicare un coefficiente pari a 0,8- 1,0 per la roccia integra e un coefficiente via via più basso per quelle fratturate in relazione al grado di fratturazione.

$$E_{\text{stat}} = E_{\text{din}} \times (0.3/1.0)$$

Si sottolinea tuttavia come i valori ottenuti con la suddetta formulazione sia un modulo di elasticità e quindi non può essere utilizzato per determinare ad esempio cedimenti di fondazione quando il carico delle fondazioni dà luogo ad elevate

deformazioni (superiori al limite di elasticità), poiché in quei casi la componente plastica è predominante su quella elastica.

Parametri di deformazione dinamici e statici dei terreni determinati tramite misure sismiche

Nella seguente tabella, si illustrano i parametri di deformazione medi calcolati tramite correlazione bibliografica dei parametri di input V_p , V_s e densità (derivati da prove MASW e Down-Hole) per le unità litotecniche relative ai depositi conglomeratici (UGR, UMS e UFC).

Tabella 9 - Parametri di deformazione medi calcolati tramite correlazione bibliografica dei parametri di input V_p , V_s e densità.

Unità litotecnica	γ (kN/m ³)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	Coefficiente di Poisson ν	Modulo di Young dinamico E_d (MPa)	Modulo di Young statico E_s (MPa)
UGR	21.0	1320	542	0.33	1725	207
UMS	19.0	1000	400	0.33	854	102
UFC	19.0	1000	450	0.33	1056	127

8.4 Definizione del modello geologico-tecnico e sismo-stratigrafico

I risultati delle indagini geognostiche e geofisiche, unitamente ai rilievi geomeccanici e geostrutturali di campo, alle prove di laboratorio ed ai dati geologici progressi e disponibili circa l'assetto litostratigrafico delle aree di indagine, hanno consentito la definizione dei parametri geotecnici delle unità litotecniche incontrate, ciascuna delle quali è costituita da terreni con un simile comportamento geotecnico, geomeccanico e sismico.

Ciascuna unità litotecnica è stata definita analizzando in maniera congiunta inoltre i risultati delle prove geofisiche effettuate, definendo differenti range di valori di

velocità delle onde S (derivate da prospezioni MASW e Down-Hole), ciascuna associata ad un'unità litotecnica.

Infine, per tutta la lunghezza del tracciato di progetto è stato definito il modello geologico-tecnico e sismo-stratigrafico di riferimento, attribuendo ad ogni unità litotecnica i parametri medi. Nel caso in cui alle profondità di interesse fossero disponibili risultati ottenuti da prove di laboratorio geotecnico o in situ e dalle prospezioni sismiche (MASW, HVSR e Down-Hole), si sono utilizzati tali valori puntuali per la parametrizzazione geotecnica e sismo-stratigrafica dell'unità litotecnica.

Di seguito la parametrizzazione fisico-meccanica e sismica caratteristica delle unità litotecniche riconosciute:

UNITÀ MESOZOICHE		Quadro di sintesi del rilevamento geomeccanico effettuato. I valori sono la media dei singoli valori ottenuti dalle stazioni geomeccaniche								
Unità litotecnica	Descrizione	n° stazioni	γ_h (kN/m ³)	σ'_c (MPa)	f_t (MPa)	RMR	GSI	c' (MPa)	ϕ' (°)	Em (MPa)
SCZ	Calcarei marnosi e marne calcaree di colore grigio e marrone	6	26.0	82.90	4.61	III (51.16)	45	3.67	27	9421
MAI (+POD)	Calcarei micritici ben stratificati	7	26.0	74.92	4.16	III (51.83)	49	3.59	28	10361
SBI	Calcarei e calcari marnosi di colore bianco	7	25.8	85.10	4.73	III (51.42)	51	3.91	28	9836
SAA	Calcarei micritici, calcari marnosi e marne di colore rosa, arancione e nocciola	3	25.9	75.21	4.18	III (53.33)	48	3.14	27	6015
VAS	Calcarei marnosi, marne e marne argillose dal rosa, al rosso al grigio	2	26.3	105.46 *	5.86 *	III (51.00)	28	3.07	27	1348
FUC	Calcarei, calcari marnosi, marne e marne argillose policrome	1	25.7	101.40 *	5.63 *	III (48.00)	25	2.78	20	1050

* Parametri di resistenza ottenuti dalle prove di Point Load condotte sulle formazioni che presentano alternanze, in quanto riferiti alla sola componente arenacea

k₁₁ Litologia: MAI GSI: 55 RMR: 56 (III) Jv: 12	k₁₆ Litologia: SAA GSI: 50 RMR: 51 (III) Jv: 15	k₁₉ Litologia: VAS GSI: 40 RMR: 53 (III) Jv: 7.2	k₂₇ Litologia: MAI GSI: 60 RMR: 60 (III) Jv: 8.8	k₁₃ Litologia: FUC GSI: 30 RMR: 48 (III) Jv: 18	k₁₇ Litologia: MAI GSI: 35 RMR: 43 (III) Jv: 18.4	k₂₄ Litologia: SBI GSI: 55 RMR: 41 (III) Jv: 22.9	k₂₈ Litologia: MAI GSI: 25 RMR: 41 (III) Jv: 24	k₁₅ Litologia: SBI GSI: 45 RMR: 51 (III) Jv: 14.9	k₁₈ Litologia: SBI GSI: 55 RMR: 56 (III) Jv: 12.6	k₂₅ Litologia: SBI GSI: 60 RMR: 56 (III) Jv: 10.8
---	---	--	--	---	---	---	---	---	---	---

DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE		Valori medi da prove SPT				Valori medi da prove pressiometriche			Modulo E _y statico da geosismica	Range valori da prove di laboratorio							
Unità litotecnica	Descrizione	n° prove	C _u (kPa)	ϕ' (°)	E _s (MPa)	n° prove	E _p (MPa)	$\phi'_{p=100}$ (°)	E _p (MPa)	n° prove	γ_h (kN/m ³)	prova di taglio diretto		prova edometrica			ELL
												c' (kPa)	ϕ' (°)	E _{24.5-48} (MPa)	E ₄₈₋₉₆ (MPa)	E ₉₉₋₁₉₈ (MPa)	
ALL (Piana San Vittorino)	Limo sabbioso debolmente argilloso (facies coesiva)	9	51	-	4	-	-	-	-	9	18 - 20	9 - 40	22 - 28	3.6	4.8	7.5	-
	Sabbie a grana medio-fine con ghiaie eterodimensionali (facies granulare)	32		31	11	-	-	-	-	7	18 - 21	7 - 11	27 - 38	4.3	6.1	10.4	-
ALL (Valle del Salto)	Ghiaie in matrice sabbioso-argillosa	12	-	31	13	-	-	-	-	12	17 - 21	7 - 9	26 - 36	4.4	4.7	6.5	-
ALL (Valle del Turano)	Sabbie fini limose con clasti arenacei	6	-	33	10	-	-	-	-	8	18 - 21	10 - 12	26 - 28	5.5	4.3	7.0	-
ALL (Fosso di Ariana)	Alternanze ghiaiose in matrice limoso-sabbiosa con livelli sabbioso-limosi	17	-	31	12	-	-	-	-	5	17-19	9 - 39	24 - 30	5.2	4.7	4.6	-
FLG	Argille limosa con intercalazioni sabbiosose fini	13	-	33	25	-	-	-	-	4	17 - 19	35 - 65	18 - 19	6.0	6.7	7.1	150 - 300
UGR	Conglomerati fortemente eterometrici, da cementati a molto cementati	/	/	/	/	8	108	42	207	7	18 - 19						
UMS	Conglomerati clastosostenuti, con clasti arenacei, silicei e calcarei	/	/	/	/	1	113	41	102	1	20						
UFC	Conglomerati da moderatamente a scarsamente cementati	12	-	33	25	7	102	41	127	8	17.5 - 20						

9. IDROGEOLOGIA DI DETTAGLIO

Sulla scorta del modello idrogeologico e sulla base dell'opera in progetto, sono state realizzate una campagna di misure e indagini atte a dettagliare e definire gli aspetti specifici. Oltre alle indagini geologiche e geofisiche, utili a riconoscere gli acquicludi locali e regionali, sono state realizzate delle misure di portata sui fiumi Salto e Turano condotte per quasi un anno idrologico, atte a definire le portate presenti su questo recapito di base limitrofo al tracciato di progetto. Sono state realizzate anche misure piezometriche sui vecchi piezometri esistenti funzionanti e su quelli realizzati, col fine di ricostruire il campo piezometrico, ipotizzandone la sua escursione nel regime idrologico medio per i diversi domini analizzati.

9.1 Misure di portata in alveo

Le misure di portata in alveo sui fiumi Salto e Turano, recapiti di base delle circolazioni regionali del dominio orientale, hanno avuto inizio dall'agosto del 2018 e hanno avuto postazioni di misurazione visibili nella figura di seguito riportata. In alcuni periodi dell'anno, su alcune postazioni, non è stato possibile effettuare la misura causa gli elevati battenti che cagionavano la sicurezza del personale addetto. Ciò è avvenuto di frequente sulla sezione n°5 del fiume Salto in corrispondenza della confluenza del canale idroelettrico e allo stesso modo la sezione n°6 sul Turano, nello sbocco sulla piana di Rieti. Le misure possono considerarsi rappresentative nel descrivere il regime idrologico naturale al netto degli eventuali rilasci operati dalle dighe di monte, che possono esser considerati invariati poiché le misure più prossime a tali manufatti hanno quasi tutte mostrato valori costanti. L'unica campagna rappresentativa del ruscellamento è quella del 8/2/19 mentre la precedente di gennaio e quella successiva di fine febbraio risentono di fenomeni di ruscellamento ritardato evidenti.

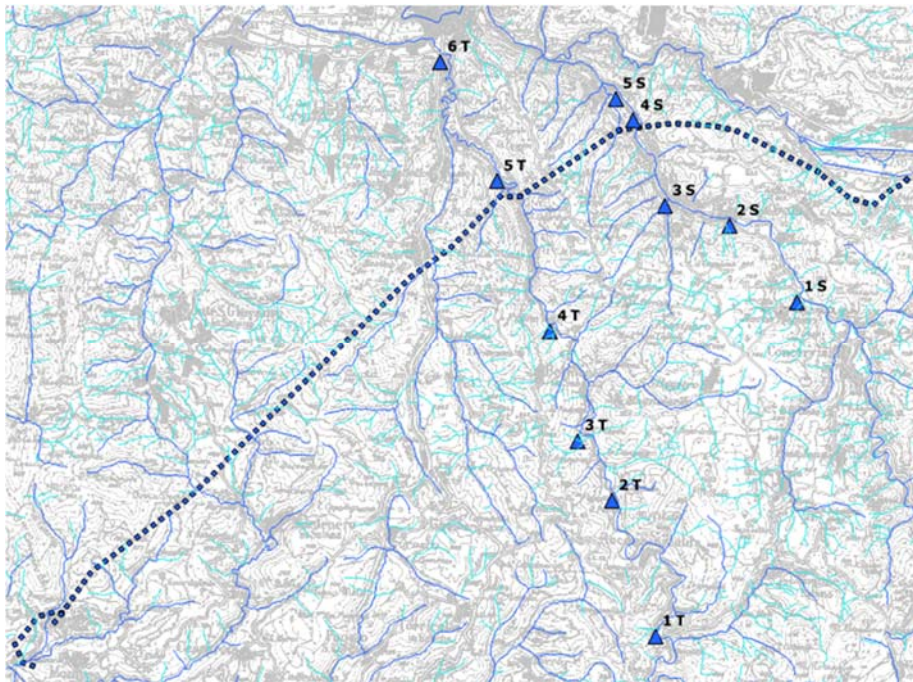


Figura 19 – Ubicazione delle postazioni di misura di portata in alveo. La linea in tratteggio rappresenta il tracciato di progetto.

Dalle misure è risultato macroscopicamente evidente che il tratto drenante la falda idrica del fiume Turano, in magra, termina sulla postazione 4. Il regime così ricostruito, tenendo in considerazione la differenza di portata tra la sezione 2 e la 4 comprende sia gli incrementi in alveo nel fiume Turano e le portate “scaricate” verso il fiume dalla sorgente Laghetto. Nell’anno idrologico considerato si evidenzia una portata di magra di circa 350 l/s e una portata al colmo sicuramente superiore ai 600 l/s. A valle dei dati storici e di quelli acquisiti in questa campagna di misure si può affermare come la portata affiorante su questo recapito di base locale delle circolazioni regionali presenti portate abbastanza diversificate strettamente connesse al regime pluviometrico, presentando valori minimi registrati nel 2001 di circa 150-180 l/s sino a valori superiori a 700 l/s del 2013 sino ai circa 500 l/s registrati in questa campagna.

Le portate registrate sia in morbida che in magra nel fiume Salto evidenziano invece una sostanziale assenza di apporti di acque sotterranee nell’anno idrologico osservato, con una perdita in alveo che si mostra circa costante con una portata di circa 150 l/s nel tratto considerato. Le misure effettuate nel tratto centrale del corso d’acqua, seppur contraddittorie nei regimi, mostrano una sostanziale perdita in alveo

eccezion fatta per l'ultimo tratto prima dell'immissione del canale idroelettrico che in quasi tutte le campagne mostrava portate ingenti quasi mai misurate causa logistica sfavorevole. Nel tratto finale tra la postazione 4 e 5 ci potrebbe essere quindi un incremento in alveo ad oggi non determinabile.

9.2 Misure piezometriche

Le misure piezometriche effettuate sui piezometri già realizzati per lo studio del 2001 e quelli in corso di realizzazione vedono valori che sono riportati nella tabella e grafico seguenti.

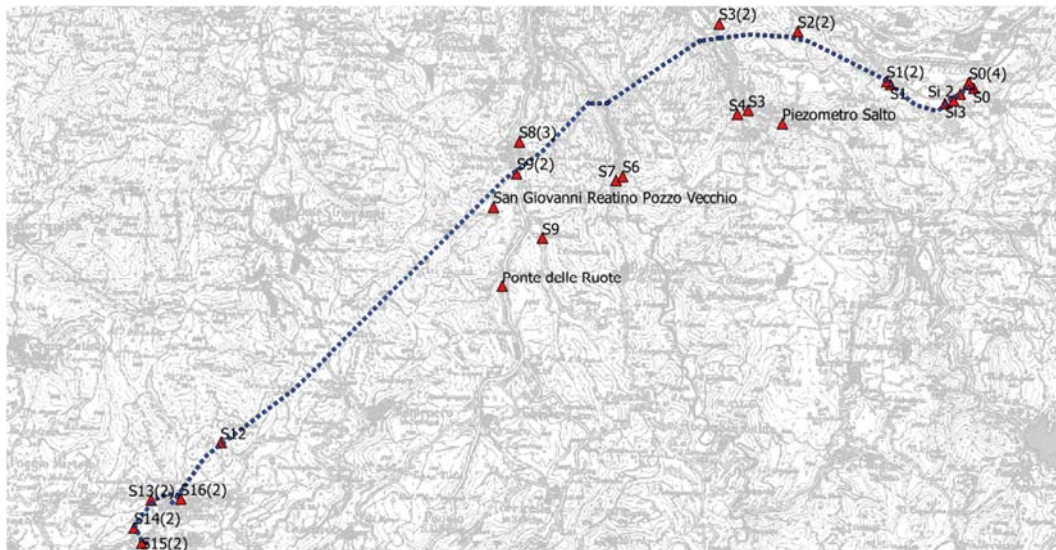


Figura 20 – Ubicazione dei piezometri storici e di quelli ad hoc realizzati rispetto al tracciato di progetto.

Dai dati acquisiti risulta evidente come il piezometro di Ponte delle Ruote, il piezometro S9 e S9(2), che si posizionano nel dominio proprio della dorsale di Montenero-Monte San Giovanni, possiedono escursioni maggiori rispetto a quelli presenti nel dominio delle dorsali di Salto Turano e piana di San Vittorino, come già testimoniato dalle misure pregresse evidenziate su studi editi e inediti unito ai carichi più elevati insieme al piezometro realizzato in corrispondenza della Valle Ariana in località Piana delle Molette.

9.2.1 Area sorgiva

La piezometria rilevata nella zona antistante l'area sorgiva ha subito un'evoluzione nel tempo a causa dello sviluppo della captazione effettuata attraverso nuove opere che hanno trasformato il sito dal 1935 al 1974. La piezometria naturale ricostruita attraverso le diverse emergenze presenti sul versante e sulla piana configurano direzioni di flusso nel versante circa SE-NW mentre sulla piana si rinviene una direzione circa E-W.

La piezometria ad oggi ricostruita a seguito della realizzazione delle gallerie drenanti, del sistema drenante e del canale di raccolta delle acque non captate il palancoato con annesso strato di argilla costipata profondo 8 m che delimita il sistema drenante in corrispondenza della base del cono detritico limitrofo allo scarico della finestra 2, vede la "traslazione" verso est della isidroipsa di quota 409 m s.l.m., che viene a collocarsi in coda al sistema drenante ed a ridosso del canale delle acque non captate. Tale traslazione comporta anche un arretramento parziale della idroisoipsa di quota 410 m s.l.m. che viene vincolata alla forma geometrica del canale stesso; piezometrica ha considerato anche la quota media misurata nel sistema drenante che risulta essere pari a 408,3 m s.l.m.. Inflessioni della piezometrica si notano in corrispondenza delle gallerie drenanti.

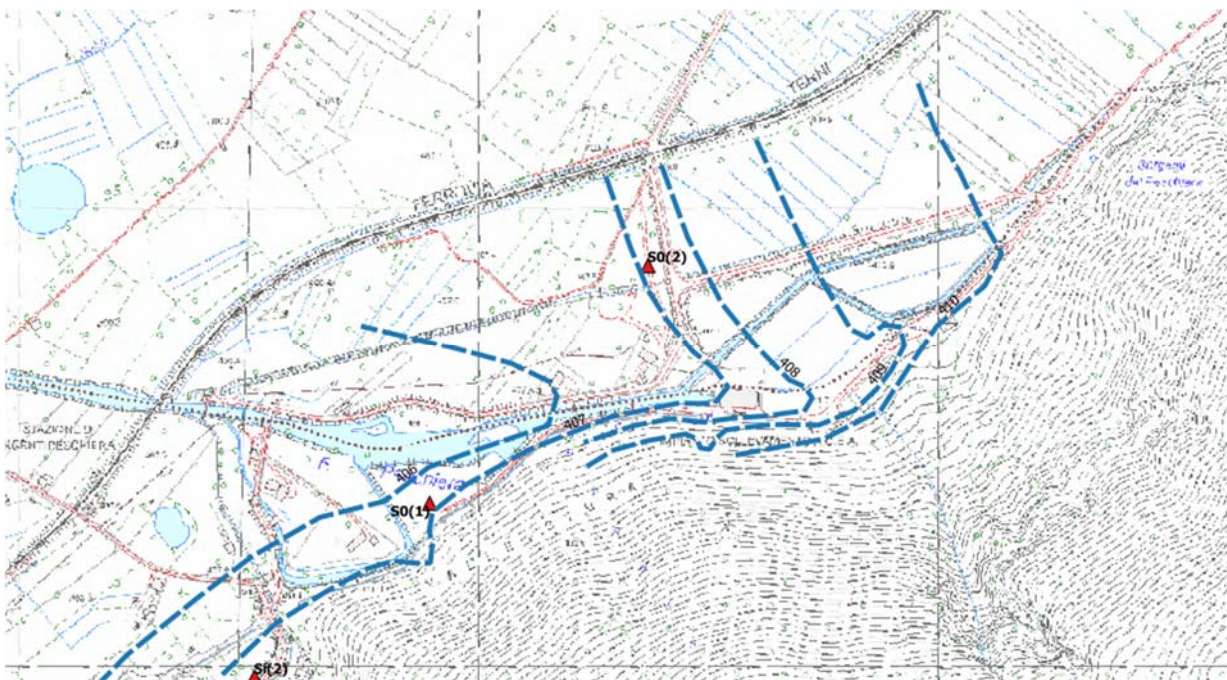


Figura 21 – Ricostruzione della piezometria attuale in zona sorgiva.

La descrizione dei carichi rilevati nelle zone antistanti la sorgente è direttamente connessa alla situazione stratigrafica della piana adiacente al versante, caratterizzata dall'interposizione di litofacies fluviali con depositi ad alta permeabilità caratterizzati da massi e detriti di grandi dimensioni il cui spessore si esaurisce rapidamente in distanza dal piede del versante; tale fenomeno genera situazioni di blanda artesianità sulla piana connessi alla presenza di questi corpi detritici del versante allungati sulla piana poiché il substrato acquifero trasferisce portata al proprio interno per alcune decine di metri di profondità alla piana al di sotto delle quote di affioramento. La filtrazione ascensionale dei flussi trasferiti dai corpi detritici alla piana viene poi in gran parte dissipata dalle ridotte permeabilità della serie alluvionale.

In tale contesto le oscillazioni piezometriche, direttamente connesse con il regime sorgivo, possiedono variazioni pressoché irrilevanti che vengono leggermente modificate dall'esercizio dell'impianto.

9.2.2 Piana di Micciani

L'assetto piezometrico della Piana di Micciani risulta influenzato dalla presenza di una serie di componenti di seguito elencate connesse al:

- fronte di deflusso sotterraneo che dalla zona sorgiva Peschiera si allarga sulla piana di San Vittorino alla base del rilievo montuoso carbonatico su cui sorge l'abitato di Pendenza;
- travaso sotterraneo dalla porzione di rilievo collinare compreso tra l'abitato di Micciani e il versante adiacente alla zona di confluenza del F. Peschiera nel f. Velino;
- substrato meso – cenozoico a bassa permeabilità, posto nelle zone sud orientali, che interrompe la continuità dei travasi sotterranei, posto tra il rilievo montuoso del M. Nuria ed il rilievo collinare conglomeratico.

L'assetto delle isidroipse in profondità è quello caratteristico di una falda artesianiana a bassissimo gradiente, che risente solo in parte dei corsi d'acqua superficiali in quanto si articola per il ruolo dei paleoalvei ghiaiosi nella canalizzazione del flusso sotterraneo. La falda, freatica presso la base del rilievo montuoso, diviene progressivamente artesianiana progredendo verso l'interno del fondovalle in quanto i deflussi si immergono nei depositi sabbiosi sottostanti la coltre limosa superficiale

con un gradiente idrico inferiori a quello topografico che la porta a risalire il piano campagna. Il substrato carbonatico sepolto a grande profondità (tra i 150 ed i 250 m s.l.m.), ove presente, contiene risorse idriche a lentissimo ricambio, possiede quote piezometriche di alcuni metri sopra il piano campagna ed alimenta i fenomeni di drenanza verticale che caratterizzano l'intera piana di San Vittorino, testimoniati dai laghi sorgivi (sinkhole), formatisi per sprofondamento.

In questo contesto le oscillazioni piezometriche registrate nei piezometri realizzati in questo territorio si caratterizzano per blande escursioni tra morbida e magra non eccedenti gli 1,5 m.

9.2.3 Fondivalle fiumi Salto e Turano

La piezometrica rilevata nei fondivalle dei due fiumi è direttamente connessa con il ruolo registrato dai due corsi in corrispondenza delle misure di portata in alveo. Nelle misure effettuate si registra un'escursione in morbida e magra maggiori di 2 m con differenze di circa 1 m rispetto al il piezometro "Salto" realizzato nel 2001.

9.2.4 Valle Ariana

La piezometrica rilevata in tale territorio, riconosciuta come afferente ad una distinta Unità Idrostrutturale, presenta il caratteristico spartiacque regionale orientato circa WNW-ESE, probabilmente connesso ad elementi strutturali a simile orientazione. I livelli piezometrici registrati nella campagna effettuata in questo studio ammontano a 5 m tra morbida a magra. Sono state rilevate, in precedenti campagne piezometriche proprie di anni particolarmente siccitosi, differenze piezometriche di circa 15 m, registrati presso il piezometro di Ponte delle Ruote tra l'anno 2001 e 2002.

La giustificazione di tali escursioni elevate rispetto al limitrofo acquifero in conglomerati e scaglia delle valli del Salto e Turano risiede, in base ai dati a disposizione, nella probabile bassa porosità secondaria di tale porzione d'acquifero che ne giustifica regimi direttamente connessi con quelli pluviometrici.

9.2.5 Salisano

La piezometria registrata in questa porzione di acquifero risente notevolmente delle caratteristiche geomeccaniche dell'acquifero che presenta litotipi notevolmente

tettonizzati che hanno modificato le proprietà della "roccia madre". Le evidenze di tali ricostruzioni sono state osservate sia nei fori di sondaggio che nelle misure piezometriche effettuate dove si sono riscontrati elevati gradienti idrici. Un esempio è fornito dal gradiente tra il piezometro S13(2) e S15(2) che presenta valori prossimi al 10%.

Tali dati trovano una giustificazione nel contesto geologico-strutturale locale proprio di un fronte di sovrascorrimento che oltre a generare fenomeni plicativi nella serie stratigrafica ha ridotto notevolmente la permeabilità secondaria serrando le fratture che conducono il flusso idrico generando a luoghi aquitard e aquiclude.

9.3 Caratterizzazione degli acquiferi

Al fine di caratterizzare i diversi complessi idrogeologici riconosciuti sia in affioramento che nei fori di sondaggio, sono state considerate sia indagini storiche, effettuate presso l'impianto di captazione delle sorgenti del Peschiera in corrispondenza dell'ampliamento dell'impianto nel 1963, sia prove eseguite sui fori di sondaggio su una campagna appositamente effettuata lungo punti del tracciato di progetto. Le prove sono state eseguite ed interpretate come da raccomandazioni AGI (1977).

9.3.1 Alluvioni

Le prove effettuate in sorgente, ubicate nella figura di seguito riportata, sono composte da quattro sondaggi realizzati dalla Rodio rispettivamente nell'alveo naturale del fiume Peschiera, prima degli interventi del 1963, alla base del cono detritico posto in sinistra idraulica e un l'ultimo posto in destra idraulica identificato con il numero 4.

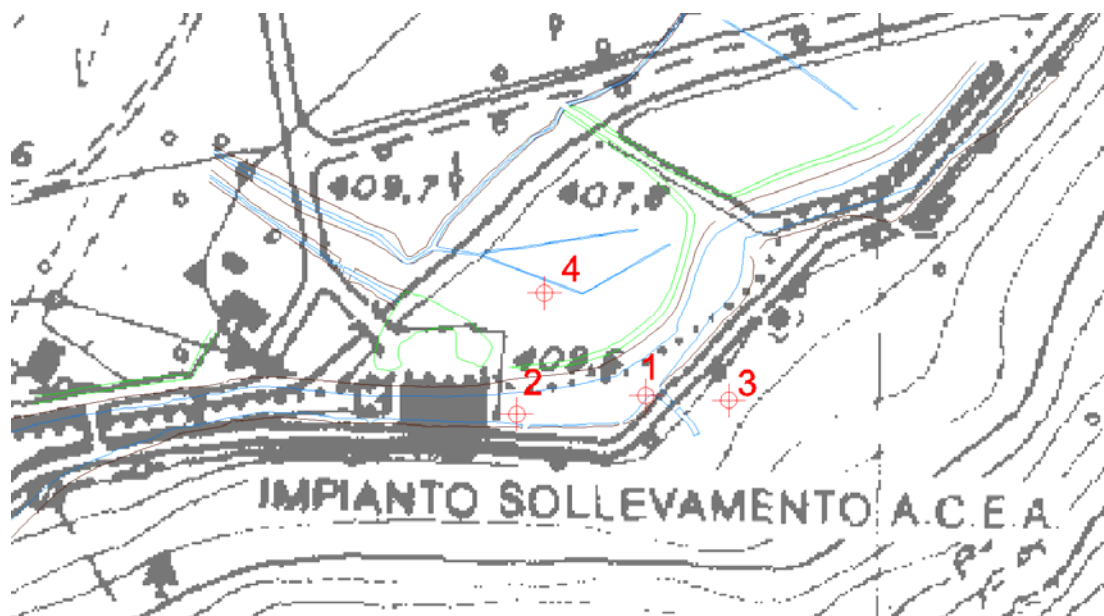


Figura 22 – sondaggi della Rodio del 1964.

In questi fori della Rodio sono state svolte diverse prove idrauliche in avanzamento del tipo Le Frank o ad assorbimento a livello variabile.

Queste misure, in relazione alla quota, restituiscono una situazione stratigrafica con una massa detritica ad alta permeabilità in cui si interpongono depositi alluvionali con minore permeabilità relativa. Nella piana (Sondaggio 4) la situazione in profondità è di omogenea minore permeabilità relativa, anche per la cementazione della serie detritica mentre nel sondaggio 3 alla base del cono detritico alle stesse quote si riscontrano permeabilità decisamente superiori.

Le facies maggiormente limo sabbiose hanno le minori permeabilità, pari a $6.53 \cdot 10^{-5}$ m/s mentre quelle sabbiose con ghiaia possiedono una permeabilità di $2.9 \cdot 10^{-4}$ m/s. I detriti hanno permeabilità di 0.003 m/s in media con valori massimi in orizzonti di poco spessore nell'intervallo 0.01 – 0.04 m/s.

I valori rilevati dalle prove effettuate nelle campagne odierne, relative all'area sorgiva, individuano permeabilità generalmente di un ordine di grandezza inferiore rispetto ai dati rilevati nelle prove storiche a segnalare un maggior contenuto in fini.

I sondaggi collocati prevalentemente sui fondivalle dei fiumi Turano e Salto Valle Ariana e nella piana di S. Vittorino, mostrano valori di permeabilità abbastanza costanti di circa $1 \cdot 10^{-5}$ m/s eccezion fatta per i valori registrati in corrispondenza del

piezometro Si2, posto sul limite dell'idrostruttura del Peschiera in corrispondenza della faglia di Micciani, che mostra valori di circa $1 \cdot 10^{-7}$ m/s.

9.3.2 Conglomerati

Sotto la dicitura depositi conglomeratici rientrano sia le facies cementate relative alle formazioni UGR e UFC sia quelle con una maggior componente argillosa e sabbiosa dell'UMS. I sondaggi che hanno interessato tali formazioni sono ubicati sui rilievi collinari adiacenti la piana di S. Vittorino e in Val Ariana.

I valori registrati sono dell'ordine di $1 \cdot 10^{-4}$ m/s, eccezion fatta per la prova sul sondaggio S9, che presenta valori notevolmente più bassi di circa due ordini di grandezza che si ripetono su tutte le prove eseguite sulla verticale.

Le prove eseguite sui depositi conglomeratici limoso sabbiosi della formazione UMS sono invece collocati nelle porzioni finali del tracciato in corrispondenza di Salisano e presentano una facies più distale dalle aree di alimentazione. I valori registrati, rappresentativi unicamente di tale area sono dell'ordine di $1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

9.3.3 Calcari e calcari marnosi

Le prove effettuate su tali formazioni sono rappresentative delle permeabilità della scaglia in corrispondenza del torrente Ariana, che presenta permeabilità di $1 \cdot 10^{-4}$ m/s. I restanti sondaggi, effettuati in zone intensamente cataclate da elementi tettonici hanno determinato una permeabilità secondaria che ne ha peggiorato le caratteristiche della roccia madre soprattutto per le zone di Salisano corrispondenti al sondaggio S15(2). Tale evidenza è confermata anche dagli elevati gradienti idrici registrati nella falda.

9.4 Analisi di qualità delle acque

La classificazione dello stato chimico delle acque sotterranee presente nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Lazio è stata eseguita attraverso le indicazioni previste dal D.M. 260/10, di modifica al D. Lgs. 30/2009 che integra il D. Lgs. 152/06. L'ARPA Lazio, secondo le indicazioni del D.M.260/10, ha eseguito campionamenti periodici, per valutare lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei attraverso la conformità agli standard di qualità delle acque sotterranee individuati a livello comunitario (nitrati e pesticidi) e ai valori soglia definiti a livello nazionale. Per quanto

riguarda la conformità agli standard, la valutazione si basa sulla comparazione del valore medio dei dati di un anno di monitoraggio con i valori standard numerici. Contestualmente il D.M. 260/10 modifica le classi di stato chimico riducendole a 2 rispetto alle 5 classi del decreto 152/99. Le due nuove classi di stato chimico sono "buono" e "non buono" descritta nella figura seguente.

Le acque sotterranee classificate, identificate con le unità idrogeologiche, che vengono interessate dalle opere di progetto vengono di seguito elencate:

- Conglomerati Plio-Pleistocenici;
- Acquifero Monte Giano Nuria Velino;
- Acquifero Monti Sabini Meridionali.

Tutti gli acquiferi sono stati classificati con lo stato di qualità ambientale "buono".

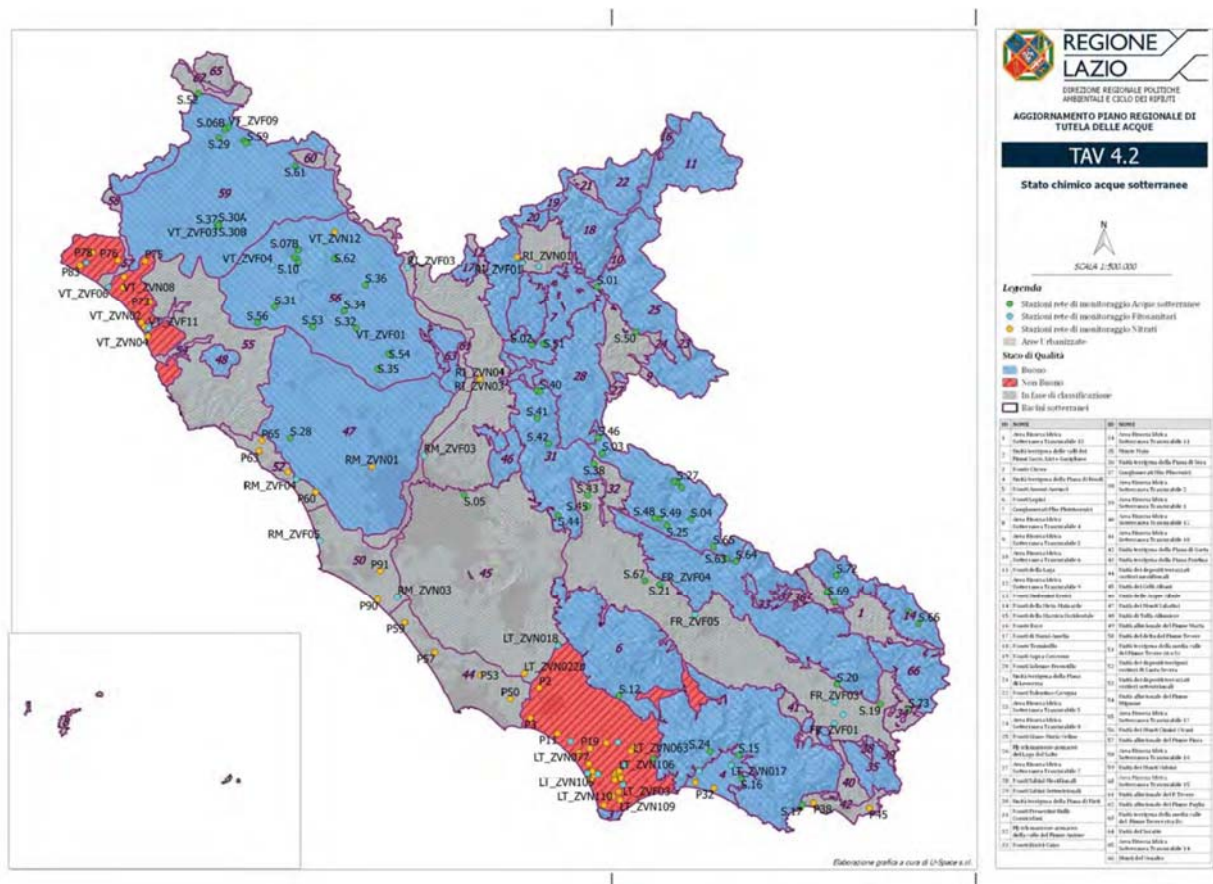


Figura 1 – stato chimico acque sotterranee registrate nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Lazio.

Uno screening ulteriore è stato condotto sui campioni prelevati da sorgenti locali, sorgenti lineari e acque sotterranee rilevate nei piezometri realizzati al fine di determinare possibili interazioni negative con l'opera in progetto generate da acque aggressive e in secondo luogo per certificare la presenza o meno di sostanze contaminanti non naturali. Di seguito vengono allegati le posizioni dei campionamenti in planimetria e il relativo grafico di Schoeller che identifica la tipologia delle acque campionate.

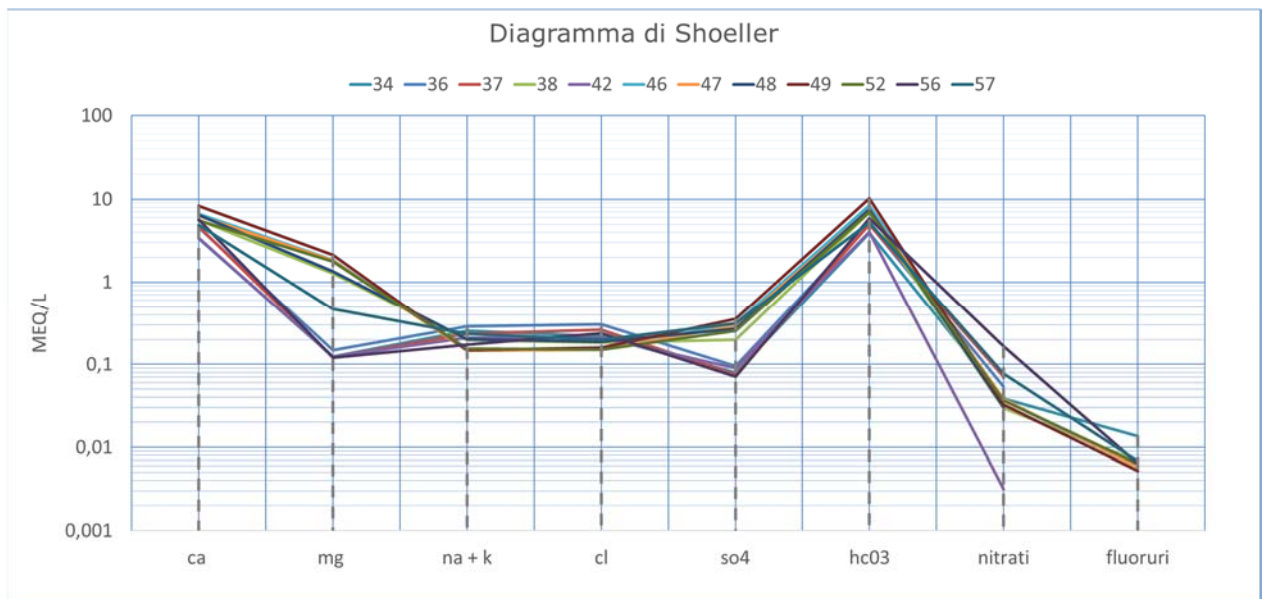


Figura 24 – diagramma di Schoeller delle acque campionate.

I risultati ottenuti mostrano acque non aggressive contraddistinte da una buona qualità. Non si esclude però la presenza, in corrispondenza della piana di S. Vittorino-Micciani, di acque solfatiche proprie di ambienti riducenti, caratterizzati dalla risalita di fluidi profondi che si "canalizzano" in corrispondenza dell'attraversamento dei lineamenti tettonici. Tali evidenze erano già state riconosciute in corrispondenza dell'attraversamento della piana di Micciani dallo scavo del vecchio acquedotto, come nella figura di seguito riportata che registra venute di H₂S e da altre pubblicazioni di settore tese all'individuazione delle cause primarie dell'origine dei sinkholes della piana.

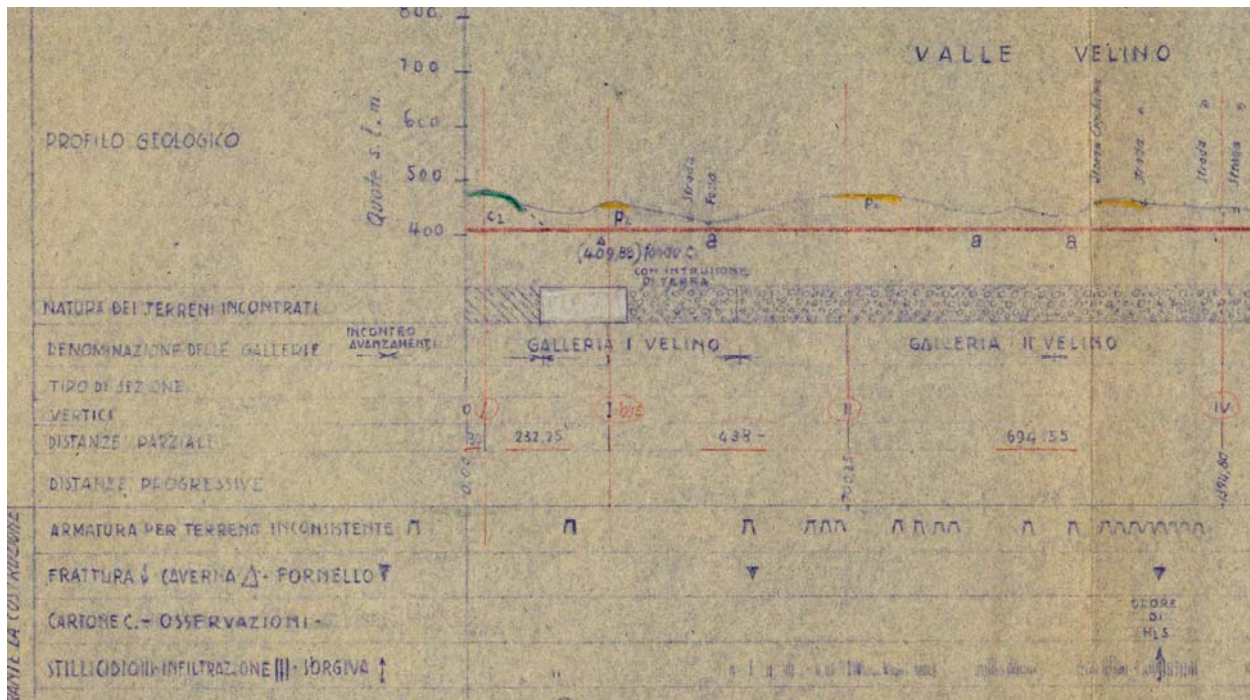


Figura 2 –evidenze dello scavo del vecchio acquedotto con su riportata la dicitura “odore di H2S” prima del vertice IV unito ad una manifestazione sorgiva.

9.5 Valutazioni sull’interazione tra contesto idrogeologico ed opera in progettazione

La sintesi delle fonti edite e delle campagne di misura condotte ha restituito il campo piezometrico su cui si posizionano le opere di progetto. Si sottolinea come il campo piezometrico restituisca dei valori di “morbida” relativi ad un anno idrologico medio.

Alcune scelte concettuali sono state operate anche attraverso studi pregressi coadiuvate dallo scavo del Tronco Superiore del Peschiera esistente. Quest’ultima metodica è stata attuata soprattutto nelle zone comprese tra il sondaggio S10(2) e Salisano dove non si possedevano dati misurati diretti di quote piezometriche, tant’è in quei tratti sono stati ipotizzati quote e gradienti. Lo stesso dicasi per l’andamento piano altimetrico della falda contenuta nella Maiolica, presente unicamente nella dorsale di Montenero. L’assunto è stato quello di associare lo spartiacque riconosciuto per la circolazione nella scaglia anche all’acquifero sottostante della Maiolica, considerando la quota di 300 m s.l.m. del pozzo di S. Giovanni Reatino, il recapito a nord costituito dalle quote di saturazione della piana di Rieti e a sud le quote del recapito di base della sorgente Capore.

I caratteri macroscopici della superficie piezometrica così ricostruita si evidenziano nei punti di seguito elencati:

- il dreno posto in corrispondenza della piana di S. Vittorino, misurato attraverso l'andamento della isopieza di quota 400 m s.l.m., che mostra una convergenza di flussi provenienti dalle zone meridionali con quelli travasati alla piana provenienti dalle strutture carbonatiche; tale andamento è stato associato anche all'isopieza 390 m s.l.m. parimenti a quella di 380 m s.l.m., posta da diversi autori nella zona della piana di Rieti compresa tra lo sbocco delle gallerie della SS4 di Colle Giardino con il fiume Turano;
- l'interruzione della ricostruzione della piezometrica in corrispondenza del sovrascorrimento meridiano della Valle Ariana in assenza di un'univoca interpretazione della tipologia di collegamento delle due unità idrogeologiche riconosciute;
- la notevole differenza di gradienti idraulici tra i due settori contigui che mostrano valori regionali da un lato per l'acquifero delle valli di Salto e Turano e valori di un ordine di grandezza differente per la dorsale di Monte San Giovanni riconosciuto nella Valle Ariana e assunto anche a riferimento anche per la porzione sud occidentale dell'unità;
- lo spartiacque ad andamento circa appenninico presente nell'unità idrostrutturale della Scaglia e Maiolica, parallelo ai lineamenti tettonici, che, come riconosciuto presso il campo pozzi di San Giovanni Reatino, isolano la circolazione idrica partizionando il flusso.

I tratti delle singole che intersecano la falda idrica vengono di seguito elencate:

- Area sorgiva-Piana di Micciani: i manufatti realizzati nei pressi dell'opera di captazione possiedono quote che digradano dalla 407 m s.l.m. delle sorgenti sino alla 406 m s.l.m. circa, registrata fuori l'influenza dell'idrostruttura del Peschiera in prossimità della piana di Micciani. In questo tratto le opere di progetto possiedono battenti idrici di circa 10 m e gli scavi saranno caratterizzati dalla presenza di venute d'acqua funzione della permeabilità connessa alla facies dei depositi alluvionali incontrati che presumibilmente dovrebbe tendere a presentare depositi relativamente meno permeabili in

direzione del sondaggio Si3; in tali zone si prevede anche l'intercettamento di fluidi profondi in risalita; il battente sull'opera decresce andando in direzione del termine della piana alluvionale con valori compresi tra 5 e 10 m;

- Dorsale Casali Ponzano: dal sondaggio S1(2) in poi le opere di progetto non interferiscono con la falda idrica sino all'intersezione con il fiume Salto; l'acquedotto infatti si pone in un intervallo tra i 2-5 metri circa sopra la quota di saturazione regionale;
- Salto-Turano: in corrispondenza di questo tratto e sino alle porzioni orientali del fiume Turano non si prevedono interazioni con la falda idrica regionale, eccezion fatta per gli attraversamenti in sifone dei due corsi d'acqua con battenti massimi non superiori ai 5 m;
- Monte Zoccali-Sondaggio S10(2): lo sviluppo plano-altimetrico della condotta di progetto di questa porzione interseca l'acquifero della scaglia e che possiede recapito di base identificato con la piana di Rieti; i battenti massimi che si presentano da Monte Zoccali a fosso Ariana sono dell'ordine di 5 m e successivamente compresi tra 10 e 20 m prima dell'intersezione con le marne a fucoidi poste in sinistra idraulica del fosso; in corrispondenza del sondaggio S10(2), lì dove la galleria fora il setto delle marne a fucoidi e si entra nell'acquifero della scaglia si arriva a riconoscere battenti massimi di circa 40 m;
- S10(2) - Salisano: nelle porzioni iniziali, che corrispondono alle zone sud occidentali rispetto al lineamento tettonico su cui si impostano i pozzi di APS nel Comune di S. Giovanni Reatino, non vi è interazione con la falda idrica poiché il tracciato si sviluppa in maiolica e possiede un flusso diretto verso i quadranti sud occidentali presentando carichi idraulici di circa 300 m s.l.m.. Venute d'acqua si rintraccerebbero invece, dalla piezometria ipotizzata, in corrispondenza dell'attraversamento del tetto delle Marne a Fucoidi a valle del toponimo "Macchiette Mandrie", rientrando quindi nell'acquifero della Scaglia in prossimità del fosso a direzione N-S del reticolo del fosso di Montenero con battenti dell'ordine di 30-40 m. Nelle porzioni di tracciato più sud occidentali è stata comunque ipotizzata una interazione della falda con battenti che vanno da 20 m presso la località Montagnoli a degradare progressivamente a battenti

minimi prima di Salisano. Si segnala inoltre che anche all'interno degli aquicludi, quali scaglia cinerea Bisciara e variegata della località Villanette, in giacitura sinclinalica, nell'attraversare i lineamenti tettonici potrebbero generarsi delle venute d'acqua concentrate in corrispondenza di zone intensamente cataclasate;

- Sorpasso di Salisano: le quote piezometriche in questo tratto di progetto risentono della notevole tettonizzazione cui sono stati sottoposte le formazioni, causati da raccorciamenti della serie in corrispondenza di un sovrascorrimento a carattere regionale che ha causato la diminuzione della porosità secondaria dei litoitipi; tale fenomeno è evidente nella misura del gradiente idrico misurato in alcuni punti singolari che localmente risulta molto elevato.

10. VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

La vulnerabilità intrinseca, anche detta naturale, degli acquiferi è definita come *“la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche e idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità delle acque sotterranee, nello spazio e nel tempo” (Civita, 1987).*

La vulnerabilità intrinseca è funzione di caratteristiche proprie della zona sotterranea posta al di sotto del potenziale punto di impatto. I processi caratteristici sono rappresentati dal moto di un inquinante fluido nel mezzo non saturo sino al raggiungimento della superficie piezometrica; dalla dinamica del flusso sotterraneo di un inquinante fluido nella zona satura propria dell'acquifero sottostante; dalla concentrazione residua, rispetto a quella iniziale, di un inquinante fluido all'arrivo nella zona satura summenzionata.

I fattori che determinano il processo d'attenuazione sono quindi identificati nella tipologia/concentrazione di un determinato inquinante ed alle caratteristiche del sistema acquifero. La valutazione della vulnerabilità di un acquifero consente pertanto di evidenziare le aree nelle quali risulta maggiore la facilità di contaminazione delle acque sotterranee da parte di una eventuale fonte inquinante, al netto dei fattori di attenuazione.

La consultazione del Piano di tutela delle Acque redatto dalla Regione Lazio, emanato tramite il DGR n.226/06 ed aggiornato dal BURL 20/12/2018, ha permesso di esaminare le informazioni attinenti la vulnerabilità degli acquiferi in esame. Per quanto riguarda la vulnerabilità intrinseca, il Piano di Tutela delle acque redatto dalla Regione Lazio attribuisce a tutti i depositi di natura alluvionale, sia di ambiente fluviale che litorale, un livello di vulnerabilità elevato, mentre ai conglomerati e alla scaglia viene assegnato un valore medio. Tuttavia, un quadro a scala regionale così definito non può soffermarsi sulle proprietà geolitologiche ed idrogeologiche che localmente possono caratterizzare i litotipi e che possono determinare una variazione dei livelli di vulnerabilità intrinseca definiti. A tal proposito, lungo il tracciato sono state eseguite delle mirate campagne di indagini geotecniche ed idrogeologiche,

descritte nei precedenti paragrafi, tramite le quali è stato possibile definire a scala locale una caratterizzazione delle litologie presenti.

Relativamente agli acquiferi rinvenuti le indagini eseguite hanno evidenziato la presenza di una zona satura molto prossima al piano campagna per il tratto nord orientale che in presenza di facies alluvionali limoso argillose, caratterizzate da basse permeabilità (coefficiente di permeabilità medio racchiuso nell'intervallo tra 10^{-6} e 10^{-7} m/s) attenuano i valori di vulnerabilità editi. Ciò è plausibile unicamente nelle zone della piana di San Vittorino dove sono state osservate tali circostanze.

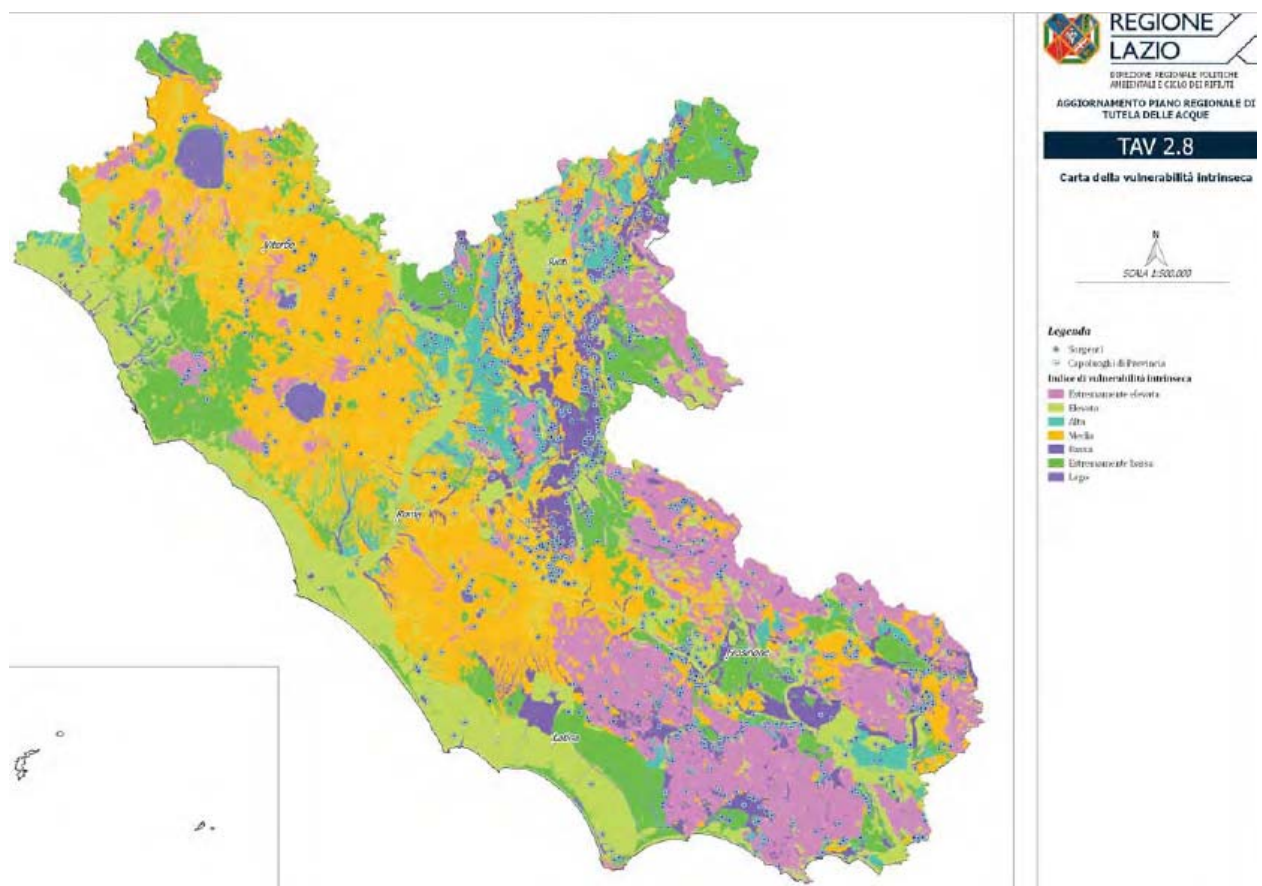


Figura 20 – Carta della Vulnerabilità Intrinseca degli Acquiferi, Regione Lazio – Piano di tutela della Acque (BURL 20/12/2018). Stralcio fuori scala.

11. STIMA DEGLI IMPATTI

Vengono di seguito descritti i potenziali impatti, sia nella fase di cantiere sia nella fase di esercizio, che l'opera di progetto e le relative attività di costruzione inducono sulle diverse componenti ambientali (acque sotterranee, suolo, sottosuolo e geomorfologia).

L'analisi degli impatti viene condotta analizzando le ripercussioni sulle componenti suolo, sottosuolo e acque sotterranee dalle attività di costruzione dell'opera di progetto.

Facendo riferimento a quanto di seguito riportato, si evince come gli impatti tendono a differenziarsi in base alle diverse fasi di realizzazione dell'opera, con particolare attenzione alle aree di maggior sensibilità individuate per le varie componenti ambientali interferite (come ad esempio, le aree di cantiere).

11.1 Impatti durante le fasi di cantiere

Per quanto riguarda gli aspetti qualitativi, gli impatti in fase di cantiere che si avrebbero sulle componenti ambientali acque sotterranee, suolo, sottosuolo e geomorfologia, sono molteplici, come di seguito riportati:

- Contaminazione del suolo, delle acque sotterranee e superficiali a causa di potenziali sversamenti accidentali di olii e/o combustibili dei mezzi d'opera durante le fasi di lavorazione. Infatti, a seconda della permeabilità delle rocce/terreni interessati, le sostanze inquinanti/contaminanti possono, raggiungere gli acquiferi sotterranei con quantità e tempistiche variabili;
- Produzione di possibili inquinanti/contaminanti derivanti dalle lavorazioni in cantiere connesse ad operazioni in officina, di impianti di betonaggio, dei laboratori di prove e di lavaggi mezzi e strumentazioni;
- Potenziali interferenze tra i corpi idrici superficiali e sotterranei e gli agenti contaminanti, con la conseguente alterazione del chimismo delle acque superficiali e sotterranee;
- Sversamenti accidentali derivati dall'impiego dei servizi igienici di cantiere obbligatori.

Per quanto concerne, invece, gli aspetti quantitativi, si riportano i seguenti impatti potenziali:

- Potenziali “effetti barriera” sulla circolazione idrica sotterranea delle opere di sostegno agli scavi, in particolar modo sviluppate nelle aree di cantiere (ad esempio, SGR);
- Effetti dovuti al potenziale drenaggio degli acquiferi intercettati nel corso degli scavi;
- Possibili effetti di detensionamento de terreni in corrispondenza dei fronti di imbocco/sbocco delle gallerie;
- Possibili effetti di subsidenza indotti dagli scavi in galleria in zone a basse coperture;
- sottrazione ed occupazione di una porzione di suolo (aree che ospiteranno le opere e/o i cantieri).

11.2 Impatti durante le fasi di esercizio

Dal punto di vista quantitativo, le potenziali interferenze, una volta realizzata l’opera di progetto, si possono considerare poco significative per quanto riguarda la componente ambientale suolo e sottosuolo. Per quanto riguarda l’aspetto relativo alla geomorfologia dell’area, l’area di studio non ha evidenziato elementi di potenziale criticità per l’opera di progetto, in relazione alle caratteristiche dei litotipi presenti, che limita fortemente lo sviluppo di fenomeni erosivi o di dissesto di particolare rilevanza e intensità.

In merito ai potenziali “effetti barriera” sulla circolazione idrica sotterranea, dovuti alla realizzazione dell’opera stessa (galleria principale e manufatti di progetto), si prevede che vi siano maggiori impatti nei settori di tracciato che intersecano la falda idrica (Piana di San Vittorino, Fiume Salto, Turano, Fosso Ariana, Fosso di Montenero). Inoltre, in base all’importanza ed agli spessori degli acquiferi attraversati, tali “effetti barriera” possono subire delle variazioni relative: per esempio, quegli acquiferi ospitati nelle sequenze alluvionali di limitato spessore risentirebbero maggiormente dell’“effetto barriera” indotto dall’opera di progetto nella sua fase di esercizio, rispetto ad acquiferi ospitati in sequenze di più elevato spessore maggiormente permeabili, dove invece l’impatto risulta minore.

In ogni caso, l'opera di progetto è stata progettata in funzione della minimizzazione dell'interferenza rispetto al normale deflusso idrico superficiale e sotterraneo, pertanto, non si prefigurano impatti notevoli in tale senso.

Per quel che concerne il probabile inquinamento e contaminazione ambientale in fase di esercizio, considerando che l'opera non è soggetta a produzione di nessun tipo di residuo derivante dall'esercizio, che possa contaminare i corpi idrici superficiali e sotterranei, si ritiene trascurabile l'eventualità di tale interferenza.

Per quanto riguarda gli elementi di analisi specifici di carattere idraulico e le scelte progettuali adottate, si rimanda alle relazioni ed agli elaborati relativi.

11.3 Azioni di mitigazione e provvedimenti preventivi durante le fasi di cantiere

La prevenzione si esplica con una accurata verifica dell'efficienza e manutenzione periodica dei macchinari e mezzi d'opera e nel caso di rimozione dei contenuti residuali di serbatoi o contenitori per stoccaggio di oli motore o olio combustibile o reagenti o di esecuzione di lavaggi di container o altro, con apposite procedure ed istruzioni tecniche che escludano il contatto con il suolo di questi liquidi nelle operazioni da svolgere e che possono eventualmente anche integrarsi, se richiesto dai mezzi d'opera impiegati, con un apposito condizionamento del sito preventivo in cui si eseguono le lavorazioni.

Dall'analisi precedente, risulta che gli impatti potenziali sulle componenti ambientali suolo, sottosuolo ed acque sotterranee non rappresentano impatti di certo avvenimento e di dimensione precisamente stimabile, sia dal punto di vista spaziale che temporale, ma sono piuttosto legati ad eventi accidentali.

Per minimizzare le potenzialità d'impatto nei confronti delle sopra menzionate componenti ambientali, si prevedono i seguenti accorgimenti, soprattutto in corrispondenza delle aree di cantiere.

- Impermeabilizzazione mediante soletta in calcestruzzo e sistema di recupero e trattamento acque per le aree dedicate al deposito di oli e carburanti coinvolte, al fine di scongiurare possibili infiltrazioni in falda di fluidi inquinanti;
- Realizzazione di adeguate opere di raccolta e smaltimento delle acque, in particolare:

▪ Acque meteoriche:

Prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche.

Le acque meteoriche saranno convogliate nella rete di captazione costituita da pozzetti e caditoie collegati ad una cunetta in c.a. e da una tubazione interrata che convoglia tutte le acque nella vasca di accumulo di prima pioggia, dimensionata per accogliere i primi 15 minuti dell'evento meteorico.

Un deviatore automatico, collocato all'ingresso della vasca di raccolta dell'acqua di prima pioggia, invia l'acqua in esubero (oltre i primi 15 minuti) direttamente in fognatura, mediante una apposita canalizzazione aperta.

▪ Acque nere – Reflui civili, industriali e di processo:

Gli impianti di trattamento delle acque assicureranno un grado di depurazione tale da renderle idonee allo scarico secondo le norme vigenti, pertanto le stesse potranno essere impiegate per eventuali usi industriali oppure immesse direttamente in fognatura (ad esempio, nell'area di cantiere SGR verrà installato un impianto di depurazione, per i quantitativi potenziali di prevista produzione).

▪ Acque industriali:

L'acqua necessaria per il funzionamento degli impianti tecnologici potrà essere prelevata dalla rete acquedottistica comunale o, se necessario, trasportata tramite autobotti e convogliata in un serbatoio dal quale sarà distribuita alle utenze finali.

L'impianto di trattamento delle acque industriali prevede apposite vasche di decantazione per l'abbattimento dei materiali fini in sospensione e degli oli eventualmente presenti.

- Applicazione di adeguate procedure operative nelle attività di cantiere, relative alla gestione e lo stoccaggio delle sostanze inquinanti e dei prodotti di natura cementizia, alla prevenzione dallo sversamento di oli ed idrocarburi;

- Installazione di adeguata strumentazione di monitoraggio (sia di contatto che da remoto) che valuti quali-quantitativamente in modo continuativo i fenomeni deformativi su porzioni critiche del tracciato di progetto, quali zone di imbocco/sbocco delle gallerie, zone a bassa copertura e fronti di scavo per la realizzazione di opere di cantiere;
- Consolidamento dei terreni e monitoraggio geotecnico nelle aree interessate dagli scavi in microtunnelling.

11.4 Azioni di mitigazione e provvedimenti preventivi durante le fasi di esercizio

Le potenziali interferenze, e quindi degli impatti, una volta realizzata l'opera, potranno essere considerati trascurabili.

L'opera oggetto dello studio di impatto ambientale (con la realizzazione di scavi in microtunnelling o in galleria) è stata progettata in modo tale da non alterare le attuali condizioni inerenti l'aspetto idrogeologico, geologico e geomorfologico.

Al termine della fase di cantiere, l'importante area di scavo da realizzare, prevista nell'area di cantiere SGR, utile per le lavorazioni di progetto da eseguire, sarà totalmente ripristinata.

La struttura di sostegno dello scavo, che si presenterà come una paratia stagna al flusso idrico, verrà sezionata in corrispondenza della giunzione verticale dei pali (e.g. O-Pile), al fine di contrastare e mitigare il cosiddetto "effetto barriera" al flusso idrico sotterraneo che si potrà verificare.

Per la consultazione ed approfondimenti in merito alla struttura di sostegno dello scavo si rimanda alla della relazione generale e agli elaborati specialistici.