



# CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

Bacino Saline - Pescara - Alento - Foro  
CHIETI



Oggetto:

**INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE  
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE  
- PRIMO LOTTO -**

**PROGETTO ESECUTIVO**

Elaborato:

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA (PSDA)**

Numero Elab.

**A.22.00**

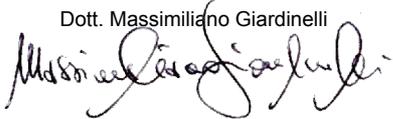
Scala :-:--

DATA **23 GIU. 2017**

REV.	DATA	DESCRIZIONE
	<b>28 GEN. 2021</b>	

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Massimiliano Giardinelli



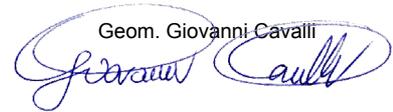
IL PROGETTISTA

Ing. Cesare Garofalo



IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA

Geom. Giovanni Cavalli



Visti e/o pareri



# CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

Bacino SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO  
CHIETI

Progetto

INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE  
ADDUTTRICI DELL'IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE

- PRIMO LOTTO -

Elaborato

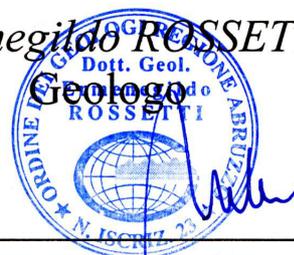
**STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

Committente

CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

Il Tecnico

*Ermenegildo ROSSETTI*  
Dott. Geol.  
Geologo  
ROSSETTI



Visti e Timbri

Data

Agosto 2017

Revisione

0

Archivio

R\_41/17



# INDICE

1. PREMESSA	1
2. METODOLOGIA DI LAVORO ED ELEMENTI DI DOCUMENTAZIONE	5
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
3.1. Geologia	7
3.2. Geomorfologia	12
3.3. Idrologia e Idrogeologia	13
3.3.1. <i>Caratteristiche specifiche delle zone interessate da pericolosità idraulica</i>	19
4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	21
4.1. Proprietà geotecniche dell'Associazione pelitico-sabbiosa (FMT <sub>a</sub> )	21
4.2. Proprietà geotecniche dei depositi alluvionali terrazzati	25
4.3. Proprietà geotecniche dei depositi alluvionali recenti	26
5. GRADO DI ESPOSIZIONE E VULNERABILITA'	27
6. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DEL RISCHIO	31
7. SINTESI DELLO STUDIO E CONCLUSIONI	33
<i>Bibliografia</i>	36

## ALLEGATI

• Inquadramento topografico 1:25.000	All.ti 1
• Inquadramento topografico delle zone d'interesse 1:10.000	All. 2/A e All. 2/B
• Ubicazione su foto aerea delle zone d'interesse	All. 3/A e All. 3/B
• Carta della pericolosità georeferenziata su CTR 1:5.000	All. 3/A e All. 3/B
• Carta del rischio 1:10.000	All. 4/A e All. 4/B
• Carta geologica 1:5.000	All. 5/A e All. 5/B
• Carta della permeabilità 1:5.000	All. 6/A e All. 6/B
• Documentazione fotografica	All. 7/A e All. 7/B



## 1. PREMESSA

Il presente Studio di compatibilità idraulica (nel seguito “Studio”), redatto per conto del Consorzio di Bonifica Centro (nel seguito “Consorzio”), prende in esame le problematiche di carattere geologico, idraulico e vincolistico relative all’intervento proposto per la partecipazione al bando PNSR 2014-2020, che costituisce stralcio funzionale (1° lotto) di un più ampio progetto generale già agli atti del Consorzio e che consiste in *“interventi per l’ammodernamento delle condotte adduttrici dell’impianto irriguo Tavo-Saline”* che è uno degli impianti irrigui più estesi ed importanti alimentato dall’invaso artificiale di Penne e in gestione al Consorzio dagli anni 70.

Il progetto in esame prevede la sostituzione di alcuni tratti di condotta adduttrice principale, sia per il recupero delle perdite dovute alla vetustà dell’impianto sia per migliorare le capacità di trasporto di rete sia per l’adeguamento delle condizioni di esercizio in termini di sicurezza con un diverso tracciato, in alcuni tratti, per evitare evidenti situazioni di rischio oggi esistenti a causa dell’elevata antropizzazione, ma anche per introdurre moderni gruppi di misura orientati al risparmio idrico attraverso il monitoraggio dei consumi dell’utenza consortile. Per ogni elemento di ulteriore dettaglio tecnico si rimanda alla Relazione tecnica generale del Consorzio.

Lo Studio ha lo scopo di verificare la compatibilità dell’intervento rispetto ai vincoli del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (PSDA)] redatto ai sensi dell’art. 17 comma 6-ter della Legge 18 maggio 1989 n.183, che riguarda il settore funzionale della pericolosità e del rischio idrogeologico, come richiesto dall’art. 1 del Decreto Legge 11 giugno 1998, n. 180, e dall’art. 1 – bis del Decreto- Legge 12 ottobre 2000 che la



Regione Abruzzo ha adottato con D.G.R. n.1386 del 29.12.2004 e approvato con Deliberazione n°94/5 del 29.01.2008.

In particolare, lo Studio riguarda due zone, denominate “ZONA 1” e “ZONA 2” (v. Allegati), nelle quali la condotta adduttrice in progetto attraversa aree che ricadono all’interno delle perimetrazioni di diverse classi di pericolosità idraulica, dalla “*pericolosità moderata*” alla “*pericolosità molto elevata*”

In particolare la ZONA 1 riguarda il 2° attraversamento il Fiume Tavo, in località prossima alla Masseria Pierangeli, mentre la ZONA 2 si sviluppa, in località Rotacupo, per una lunghezza di oltre 1 km nell’ambito della estesa piana alluvionale in sinistra idrografica del F. Tavo.

Nella ZONA 1 la nuova condotta sostituirà quella esistente che risulta sospesa a seguito dell’erosione dell’alveo (All. 7/A, pag. 1): per questa ragione il progetto ha previsto la realizzazione di una briglia e una protezione spondale mediante una gabbionata (v. oltre). Nella ZONA 2, invece, la nuova condotta viene spostata sensibilmente rispetto alla posizione di quella esistente per eliminare l’attuale attraversamento di aree intensamente urbanizzate (residenziali e industriali).

Oltre alle condotte, sono previsti lungo il loro tracciato manufatti di manovra in c.a. seminterrati, alcuni con torrini (sempre in c.a.) contenenti le apparecchiature idrauliche di intercettazione, di scarico, di sfiato e di misurazione

Per la fattibilità delle opere in progetto bisogna fare riferimento, considerando ovviamente la pericolosità idraulica più alta (P4) al:

#### *CAPO III – Art. 19*

*“Interventi consentiti in materia di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata”*



delle NTA del PSDA, che, fermo restando quanto stabilito negli articoli 7 e 8 del CAPO I e 9 e 10 del CAPO II, consente al Comma 1:

*“lettera d.: l’ampliamento e la ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali, destinate a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili;”*

*“lettera f.: i nuovi attraversamenti di sottoservizi a rete”.*

previo Studio da redigere secondo le linee guida e dei criteri indicati nell’*Allegato D*.

Lo Studio deve dimostrare *“la coerenza con quanto proposto dal Piano Stralcio Difesa Alluvioni”* e, *“in particolare, che l’intervento sottoposto all’approvazione è stato progettato rispettando il vincolo di non aumentare il livello di pericolosità e di rischio esistente -fatto salvo quello eventuale intrinsecamente connesso all’intervento ammissibile- e di non precludere la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio mediante azioni future”.*

L’obiettivo dello Studio è quindi quello di *“valutare sia le variazioni sull’assetto idrologico e/o idraulico del corso d’acqua conseguenti alla realizzazione degli interventi in progetto sia di verificare le condizioni di sicurezza degli elementi che si prevede di inserire nel territorio in aree a potenziale pericolo di alluvionamento”.*

Ai fini di quanto richiesto allo Studio, si fa presente che gli elementi di documentazione acquisiti, tra i quali la Relazione geologica a corredo del progetto, integrati con uno specifico rilevamento geologico a scala 1:5.000, forniscono un’esauriente caratterizzazione geologica, idrologica, idrogeologica e geotecnica dell’area e dei siti d’interesse.



Per le caratteristiche dell'intervento si rimanda agli elaborati progettuali, mentre, per quanto non esposto nello studio, resta sottinteso il riferimento agli indirizzi tecnici delle NTA del PSDA e alle normative e alle raccomandazioni esistenti (in particolare a quelle qui di seguito richiamate) per la realizzazione dell'intervento.

- Legge n. 64 del 02/02/1974  
*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*
- UNI ENV 1997-1 EUROCODICE 7  
*Progettazione geotecnica*
- UNI ENV 1998-5 EUROCODICE 8  
*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture*
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 - 20 marzo 2003  
*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*
- Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica, Linee guida (A.G.I., 2005, Ed. provvisoria)
- Decreto Legislativo 03.04.2006, n. 152 e s.m.i.  
*Norme in materia ambientale*  
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 - 28 aprile 2006  
*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*
- D.M. 14.01.2008  
*Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (GU n. 29 del 04.02.2008 - Suppl. Ordinario n.30)*
- Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP.  
*Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 14.01.2008*
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3907 - 13 novembre 2010  
*Attuazione dell'art. 11 del D.L. 28/04/2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla Legge 24/06/2009, n. 77 in materia di contributi per interventi di prevenzione del rischio sismico*
- L.R. 11 agosto 2011, n. 28  
*Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche (Pubblicata nel B.U. Abruzzo 26 agosto 2011, n. 51) - Aggiornamento febbraio 2016*



## 2. METODOLOGIA DI LAVORO ED ELEMENTI DI DOCUMENTAZIONE

Lo studio è stato inizialmente finalizzato alla raccolta di tutti gli elementi necessari per una corretta valutazione delle tematiche da valutare e successivamente alla definizione della compatibilità nei confronti dei vincoli del PSDA della Regione Abruzzo, secondo gli indirizzi tecnici indicati nell'Allegato D delle NTA.

Lo studio è stato articolato come segue:

- a) acquisizione del materiale bibliografico: pubblicazioni, cartografie tematiche, indagini in zone limitrofe a quella dei siti d'interesse, Relazione tecnica generale, Relazione geologica a corredo del progetto, precedenti studi svolti dallo scrivente nell'ambito degli stessi contesti geologici;
- b) integrazione dei dati disponibili con uno specifico rilevamento geologico esteso ad un'area significativamente ampia (All.ti 5/A e 5/B);
- c) redazione di carte della permeabilità (All.ti. 6/A e 6/B).

In particolare, il lavoro è stato svolto in modo da fornire le necessarie informazioni sulle caratteristiche litologiche e strutturali dei corpi geologici presenti nell'area di interesse e sulle condizioni idrologiche ed idrogeologiche delle zone di interesse, nonché sulle proprietà geotecniche dei litotipi presenti.

In base all'art. 8 delle NTA lo Studio:

“(omissis)



- d) *valuta le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione del progetto e le condizioni dell'assetto idraulico attuale e potenziale dell'area dell'intervento;*
- e) *analizza e quantifica le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica dell'area conseguenti all'intervento;*
- f) *verifica la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PSDA;*
- g) *prevede idonee misure compensative, come il reperimento di nuove superfici capaci di favorire l'infiltrazione delle acque o la creazione di nuovi volumi di invaso*".

Per valutare la congruenza tra gli indirizzi tecnici dell'Allegato D e i dati disponibili si rimanda alle analisi, alle valutazioni e alle verifiche che verranno esposti nel prosieguo della relazione, ribadendo che essi, come si vedrà, sono tali da consentire una corretta caratterizzazione geologica, idrologica, idrogeologica e geotecnica delle zone ed anche valutazioni a sostegno della idoneità dell'intervento ai fini della *definizione della compatibilità del progetto in esame con le finalità espresse nel PSDA.*

Nello specifico, lo Studio deve essere corredato da: <sup>1</sup>

- *relazione tecnica illustrativa ed esplicativa delle procedure adottate e delle analisi svolte, contenente anche documentazione fotografica;*
- *elaborati grafici di dettaglio alla scala della cartografia del PSDA o maggiore, consegnati anche su supporto informatico.*

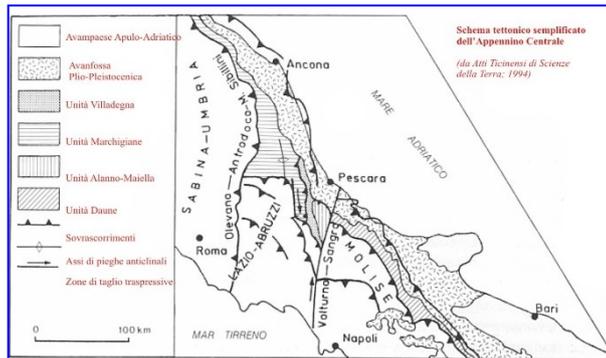
---

<sup>1</sup> Per brevità si omettono i contenuti prescritti per lo Studio dall'Allegato D che comunque verranno considerati, valutati e illustrati nel corso della relazione.

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

#### 3.1. Geologia

L'area in esame è ricompresa nel settore orientale della Maiella che

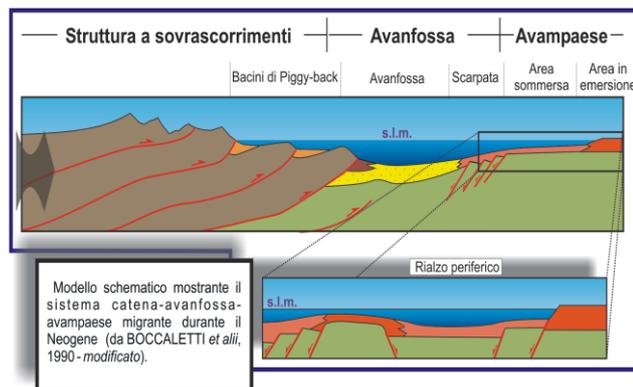


rappresenta la più esterna tra le unità carbonatiche presenti nel segmento centro meridionale della catena appenninica. Dal punto di vista tettonico la zona si

inquadra nello schema strutturale abruzzese, con scaglie tettoniche embriciate a vergenza orientale, con accavallamenti evidenti in superficie in corrispondenza della catena, ma pure presenti in profondità nell'avanfossa.

In particolare, l'area entro la quale ricadono i siti in esame si localizza nel settore dell'avanfossa (Bacino di Pescara) più prossimo alla linea di costa.

I terreni che caratterizzano questa fascia di territorio appartengono ai termini di età Pliocenica e Pleistocenica della suddetta avanfossa (Fig. 3.1) e sono costituiti da una sequenza



deposizionale silico clastica terrigena e sabbiosa, potente fino a 3.000 m, cui segue, a colamento del settore centrale dell'avanfossa periadriatica, una successione di depositi grossolani in facies di spiaggia sommersa, di spiaggia, di conoide e/o di laguna costiera.





Più in particolare, i sedimenti che caratterizzano il territorio si collocano, in generale, in quella successione di tipo emipelagico che ha rappresentato, durante il Pliocene medio-Pleistocene inferiore, il riempimento della depressione periadriatica allungata in direzione circa N-S e delimitata ad ovest dalla catena appenninica in fase di sollevamento.

Si tratta di una successione stratigrafica “regressiva” di un ciclo marino post-orogenico costituita, dal basso verso l’alto, da depositi prevalentemente pelitici, con intercalazioni più o meno grossolane, pelitico-arenacee ed arenaceo-pelitiche, e da orizzonti sabbioso-conglomeratici di chiusura del ciclo.

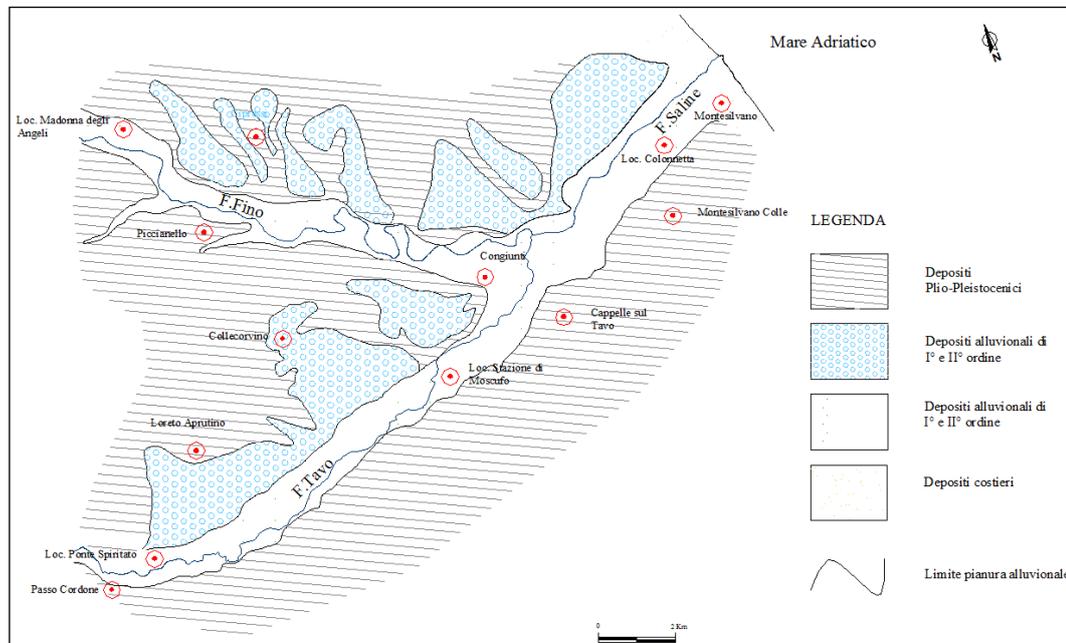
In particolare, nel territorio in esame la successione Plio-pleistocenica è costituita dalle argille siltose grigio-azzurre mentre i depositi grossolani sommitali sono prevalentemente ghiaioso-sabbiosi.

*Nello specifico, l’area in esame ricade nel bacino dei fiumi Tavo-Fino-Saline, all’interno del quale si possono individuare una zona alta caratterizzata da formazioni calcaree ed una zona inferiore costituita da arenarie, marne terziarie, argille e conglomerati. I fondovalle sono costituiti da suoli alluvionali del quaternario, ghiaie, sabbie ed argille fluviali pleistoceniche ed oloceniche.*  
(Fig. 3.2)

Dal punto di vista litologico la serie è caratterizzata inferiormente da argille del Pliocene medio–superiore e Pleistocene p.p., sovrastate da sabbie regressive a loro volta passanti verso l’alto a conglomerati di chiusura del ciclo plio-pleistocenico.

In linea generale la successione presenta caratteristiche abbastanza omogenee, anche se a luoghi sono presenti numerose eteropie di facies e differenti situazioni

deposizionali in relazione soprattutto all'accelerata evoluzione del bacino durante il Pliocene inferiore e medio.



*Figura 3.2*

Schema geologico del fondovalle alluvionale dei fiumi Tavo-Fino-Saline

*Tralasciando di descrivere la storia geologica e le peculiarità delle formazioni indicate, si prende qui di seguito in esame l'assetto geologico che interessa direttamente le zone in esame (All.ti 5).*

Il fondo vallivo del fiume Tavo è caratterizzato da affioramenti di ghiaie, sabbie, limi e argille appartenenti ai sedimenti alluvionali attuali e ai depositi terrazzati del Pleistocene che poggiano, con spessore variabile), sull'Associazione pelitico-sabbiosa (FMTa) della Formazione di Mutignano. Si osserva come i terrazzi fluviali siano meglio conservati sulla sinistra idrografica e quasi del tutto assenti sulla destra dove è presente il solo terrazzo di fondovalle. Ciò è dovuto a un generale basculamento verso ESE dell'area lungo un asse orientato parallelamente a quello vallivo con una migrazione degli assi fluviali verso ESE



che ha portato alla completa demolizione dei terrazzi di ordine superiore con esposizione dei terreni del substrato geologico.

I terrazzi si presentano in lembi discontinui e sono di età pleistocenica. I depositi sono prevalentemente ghiaiosi, di natura calcarea immersi in una matrice sabbioso-limosa.

Le alluvioni attuali, rinvenibili presso l'alveo del corso d'acqua sono costituite da sabbie, limi e ghiaie.

L'ambiente deposizionale tipico della formazione sopra descritta è caratterizzato da energia medio-elevata; l'età dei depositi è compresa tra il Pleistocene superiore e l'Olocene.

In particolare, i depositi terrazzati presenti in corrispondenza dei siti in esame appartengono al "subsistema di Chieti Scalo" (in una zona di contatto tra AVM<sub>3b</sub> e AVM<sub>4b</sub>) e mostrano marcate eterogeneità, sia verticalmente che orizzontalmente, dovute a fattori idrodinamici variabili nelle varie fasi deposizionali.

*In conclusione, i siti in esame sono ubicati su terreni alluvionali pleistocenici (AVM<sub>4b</sub>) di estensione limitata, in destra idrografica, dalla presenza di versanti costituiti dall'Associazione FMTa alla cui base si rinvengono sporadiche e localizzate coperture colluviali.*

*In sinistra idrografica sono invece estesamente presenti terreni alluvionali pleistocenici e olocenici, con considerevoli depositi antropici, su estese aree subpianeggianti.*



### 3.2. Geomorfologia

L'assetto geomorfologico dell'area esaminata è fortemente influenzato dalle caratteristiche litotecniche delle formazioni geologiche affioranti e dall'azione modellante operata dagli agenti esogeni e dalle acque ruscellanti.

Morfologicamente il bacino del fiume Saline, di cui fa parte il fiume Tavo, risulta diviso in tre fasce che si dispongono quasi parallelamente alla linea di costa.

Infatti partendo da ovest si individua:

1. una fascia montuosa interna composta da grandi massicci;
2. una fascia pedemontana essenzialmente collinare che si estende per circa 30 km tra la catena appenninica e il mare adriatico;
3. una fascia costiera

Tralasciando la descrizione delle fasce che non interessano l'area in esame, si evidenzia che, nei tempi più recenti, le piane alluvionali dei fiumi citati sono stati reincisi più o meno profondamente, soprattutto nei tratti medi, in conseguenza, con ogni probabilità, delle opere di sistemazione idraulico-forestale, che sottraendo apporto solido ai corsi d'acqua, ne incrementavano il potere erosivo.

In particolare, l'area in esame, è caratterizzata dalla presenza di terrazzamenti dovuti ai processi erosivi fluviali verificatisi in seguito a variazioni climatiche (alternanza di periodi anaglaciali, con sedimentazione di materiale, e cataglaciali in cui si manifesta marcatamente l'azione erosiva) e conseguentemente del livello di base dei corsi d'acqua (livello marino).



Generalmente le scarpate di erosione fluviale risultano di tipo “accescente”, cioè presentano altezze maggiori procedendo verso gli alvei fluviali e la foce del fiume Saline.

### **3.3. Idrologia e Idrogeologia**

L’area che comprende le aste dei fiumi Tavo-Fino-Saline, è interamente ubicata nel settore nord orientale del Foglio 141 III “Spoltore” e nel settore sud orientale del Foglio 141 III “Spoltore”, scala 1:25.000 della Regione Abruzzo. Inoltre la zona è coperta dal Foglio 351 (Pescara) della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000 del Progetto CARG.

I fiumi sopra citati sono influenzati, nel loro andamento, dal fatto che la linea spartiacque corrisponde ai rilievi più imponenti. Sbarrati quindi dal Gran Sasso, essi svolgono gran parte del loro corso ai piedi di questo rilievo, e quindi in valli parallele dirette verso la costa.

Il bacino del fiume Saline è compreso tra il bacino del Vomano a Nord e quello dell’Aterno-Pescara a Sud ed è formato da due rami principali: il Fino e il Tavo.

Il fiume Fino nasce dal versante nord-est del Monte Camicia a quota 1.200 m s.l.m.: è un corso d’acqua ad andamento appenninico con sviluppo trasversale rispetto alla dorsale montuosa da cui trae origine.

Dopo un percorso di circa 25 km, il Fino lascia la provincia di Teramo entrando in quella di Pescara dove, in località Congiunti, confluisce con il fiume Tavo dando origine al corso d’acqua denominato Saline che sfocia nel mare Adriatico, poco a nord dell’abitato di Montesilvano.



Il corso del fiume è caratterizzato da un andamento tortuoso che, insediandosi in profondi valloni, lascia poco spazio alle pianure alluvionali.

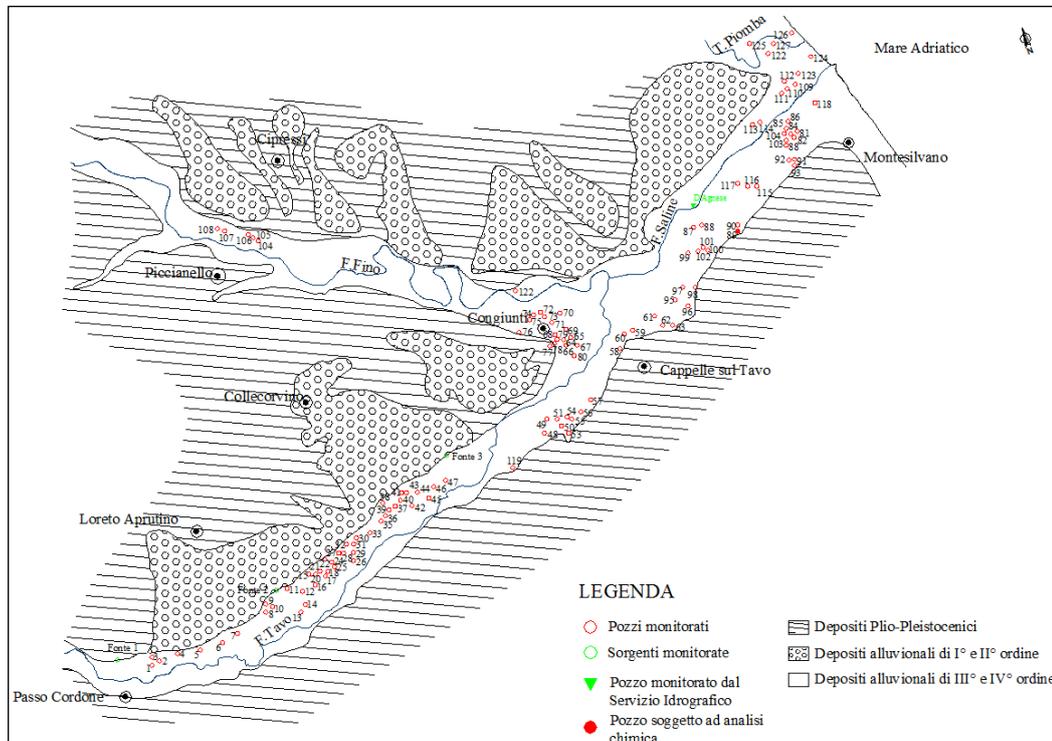
Il bacino del Fino riceve uno scarso contributo sorgentizio nella parte alta, mentre una quantità d'acqua più consistente deriva dal suo principale affluente: il Cerchiola.

Il fiume Tavo nasce ai bordi orientali del Gran Sasso, presso il Monte Guardiola a quota 1.828 m s.l.m., riceve in destra idrografica le acque del torrente Gallero. Allineato in direzione NS, raggiunge la pianura del Mortaro, dalla quale riceve, sulla sinistra idrografica, i contributi delle sorgenti Trincerone, Mortaio d'Angri e Vitello d'Oro. Prosegue il suo cammino in direzione NE e in prossimità del fiume Fino, si chiude descrivendo un ampio semicerchio con la concavità rivolta verso Nord.

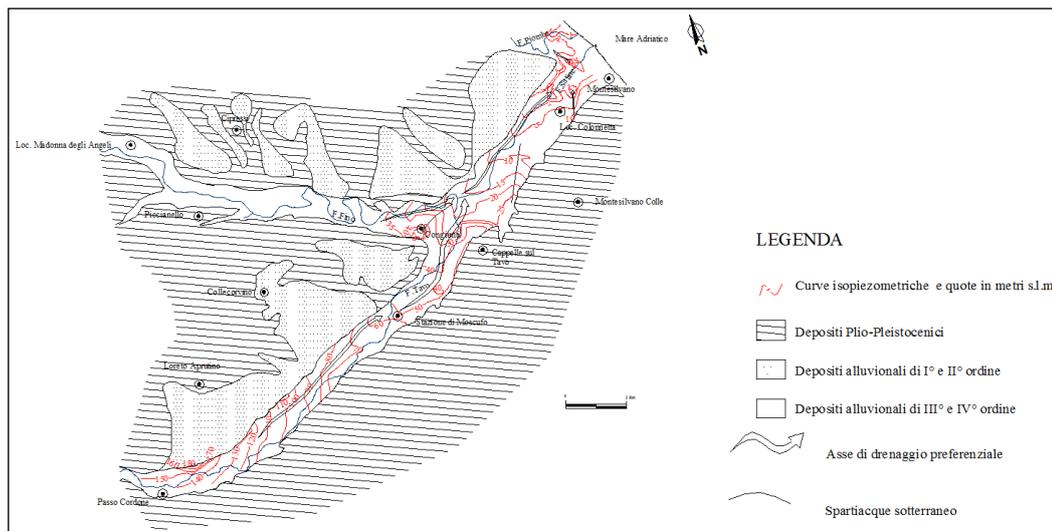
Dal punto di vista idrogeologico il sottosuolo dell'area in esame è caratterizzato, come già accennato in precedenza, da sedimenti alluvionali con diversa permeabilità idraulica.

Le “argille” dell'Associazione FMTa rappresentano, in corrispondenza delle aree di interesse, il substrato geologico dell'area, mentre i corpi litologici posti sul basamento argilloso sono costituiti da depositi caratterizzati da una complessa alternanza di strati e lenti di limi, sabbie, ghiaie e argille.

Dagli elementi di documentazione acquisiti si rileva la presenza di un numero significativo di pozzi lungo il corso del Tavo (Fig. 3.3), a partire da poco a valle della traversa di Passo Cordone fino alla foce del Saline, che ha permesso di ricostruire la superficie freatica in corrispondenza di detti corsi d'acqua (Fig. 3.4).



**Figura 3.3**  
Carta del censimento pozzi



**Figura 3.4**  
Carta delle isopiezometriche della pianura alluvionale dei fiumi Tavo-Fino-Saline



La superficie piezometrica, rilevata per il 2001 risulta marcatamente condizionata dalla connessione idraulica tra la falda e i fiumi Tavo e Fino e da un vistoso asse di drenaggio preferenziale che decorre dalla confluenza tra i due fiumi, in località Congiunti, fino alla città di Montesilvano.

Le zone di drenaggio sono quelle verso cui le acque sotterranee tendono a defluire preferenzialmente e nell'area in esame, caratterizzata da una morfologia pianeggiante composta da depositi alluvionali, queste coincidono con fasce a maggiore permeabilità.

Altri assi di drenaggio si osservano lungo i tratti terminali dei fiumi Tavo e Fino.

Tra questi fiumi, in località Congiunti, si nota la presenza di una zona di alimentazione: infatti l'acqua di infiltrazione tende ad allontanarsi per convergere verso gli assi di drenaggio andando così a costituire degli spartiacque sotterranei, tipici di fasce a minore permeabilità relativa.

Sempre in località Congiunti, si nota in particolare, la presenza di curve isopiezometriche ad andamento concentrico. Il fenomeno può essere dovuto ad un adattamento della superficie freatica alla morfologia del suolo o anche alla presenza di zone drenanti al contorno.

La carta a curve isopiezometriche mostra, sulla base della densità delle curve freatiche, che la zona a valle di Passo Cordone, in sinistra idrografica subisce un infittimento delle curve che potrebbe corrispondere ad una diminuzione della trasmissività.



A conferma di quanto detto, si può osservare l'aumento della pendenza piezometrica nell'area in cui la falda attraversa un cambiamento litologico passando da depositi fluviali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi a depositi alluvionali terrazzati, in corrispondenza del restringimento della sezione interessata dai depositi alluvionali recenti.

Di particolare interesse risulta essere anche la deformazione della morfologia piezometrica evidenziata in località Colonna di Montesilvano. Infatti l'andamento circolare delle isopiezometriche di quota 1 metro s.l.m. è legato all'emungimento concentrato esistente in corrispondenza del nucleo industriale.

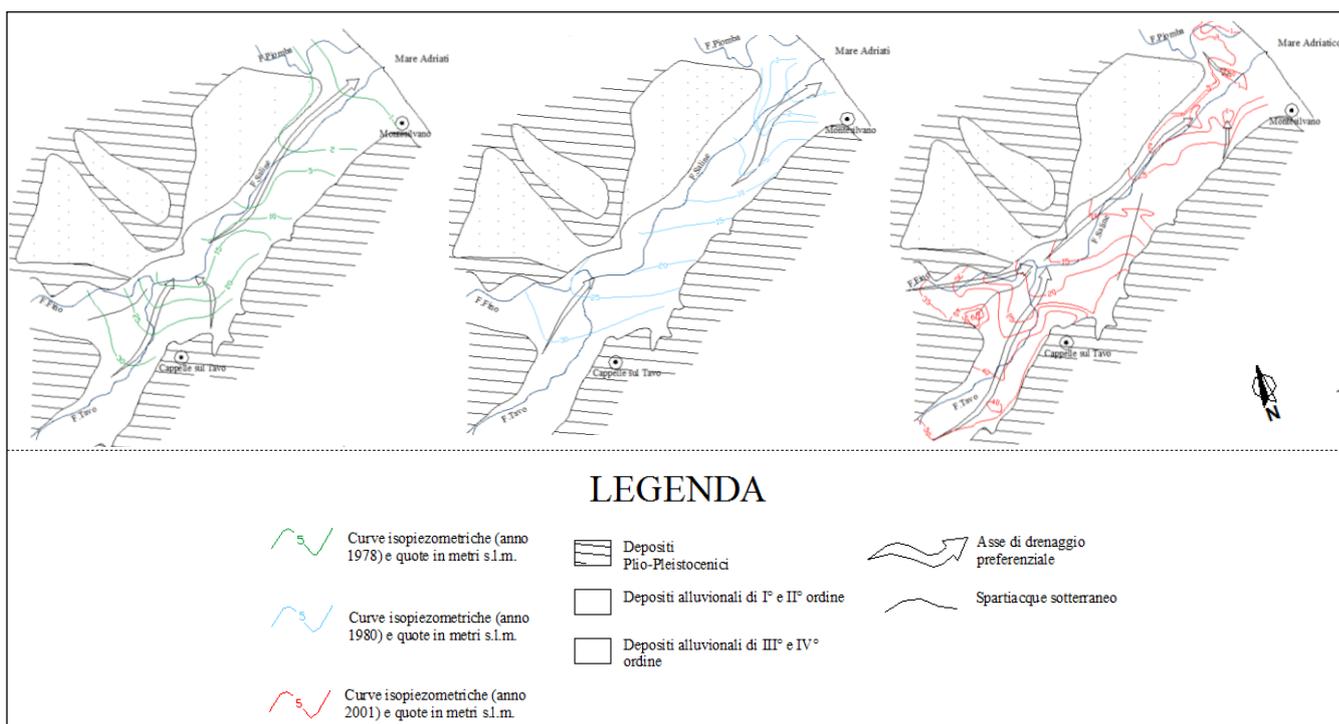
Un identico fenomeno di sovrasfruttamento della falda è osservabile nei pressi della foce del fiume Saline, dove il cono di depressione giunge a 0 metri s.l.m.

Dalla stessa carta si evince che il tratto più a monte del F. Tavo, fino alla stazione di Moscufo, in sinistra idrografica viene alimentato dalla falda mentre in destra idrografica il rapporto falda-fiume si inverte ed è il fiume ad alimentare la falda.

Dal tratto successivo alla località Stazione di Moscufo fino alla confluenza con il F. Fino si ha un'inversione nella direzione delle linee di flusso: infatti, sulla destra idrografica la falda alimenta il fiume, mentre sulla sinistra è il fiume ad alimentare la falda.

L'alimentazione della falda da parte del fiume può essere attribuita al sovrasfruttamento dell'acquifero, infatti si può osservare che gli emungimenti da pozzi possono provocare anche l'inversione dei rapporti idrogeologici esistenti tra falda e fiume.

L'evoluzione piezometrica nel tempo è stata analizzata con il confronto tra i livelli della Fig. 3.4 (2001) e quelli rilevati negli anni 1978 e 1980 dal quale emerge la sostanziale costanza dell'assetto idrodinamico della falda nell'area prossima alla confluenza tra i fiumi Tavo e Fino (Fig. 3.5).



*Figura 3.5*  
Confronto tra carte isopiezometriche relative agli anni 1978, 1980 e 2001

A completamento di quanto sopra esposto, si è provveduto anche a redigere una Carta della permeabilità per entrambe le ZONE in oggetto (All.ti 6/A e 6/B), utile per valutare gli effetti che le condotte possono avere o subire quando vengono raggiunte dai flussi idrici in occasione di eventi alluvionali.



### *3.3.1. Caratteristiche specifiche delle zone interessate da pericolosità idraulica*

Sotto il profilo geologico le due ZONE presentano un assetto del tutto simile. Infatti, come si è visto e come si può rilevare dalla cartografia allegata (All.ti 5/A e 5/B), alla quale si rimanda per analisi di dettaglio, i siti in esame sono ubicati su terreni alluvionali pleistocenici (AVM4b) di estensione limitata, in destra idrografica, dalla presenza versanti costituiti dall'Associazione FMTa alla cui base si rinvencono sporadiche coperture colluviali (olo b2).

In sinistra idrografica sono invece estesamente presenti terreni alluvionali pleistocenici (AVM4b e AVM3b) e olocenici (olo b), interessati da estesi depositi antropici (olo h).

Nella ZONA 1, essendo previsto l'attraversamento del fiume, la situazione presenta peculiarità assenti nella ZONA 2, dove la condotta corre su terreni subpianeggianti che non richiedono accorgimenti costruttivi particolari.

Nella ZONA 1 il profilo longitudinale del F. Tavo è contraddistinto da morfologie subpianeggianti, interrotte da modeste ondulazioni, ma nel tratto direttamente interessato dal 2° attraversamento l'alveo è troncato dalla tubazione esistente (rivestita in c.a.) che in alcune parti risulta sifonata e quindi sospesa e in condizioni di pericolo (All. 7/A, pag. 1).

Al riguardo, si deve rilevare che le acque provenienti da monte hanno un carico solido inferiore a quello che in realtà potrebbero trasportare, ovvero il rapporto  $C/Q > 1$ , ossia la capacità di trasporto  $C$  è maggiore della portata solida  $Q$ . Conseguentemente la corrente dispone di una indubbia quantità di energia libera che determina azioni di erosione del fondo e trasporto del materiale eroso a valle.



Per la ragione sopra esposta, il progetto ha previsto la realizzazione di una briglia per diminuire la velocità dell'acqua e per assicurare la stabilità della nuova condotta.

La briglia, realizzata immediatamente a valle dell'attraversamento in progetto, realizzerà un nuovo livello di base per il tratto immediatamente a monte: in tal modo si otterrà una riduzione della pendenza dell'alveo e della velocità e quindi una sensibile riduzione del potere erosivo della corrente.

In definitiva, l'intervento, che sarà completato, a monte della briglia, con una difesa spondale mediante gabbioni, determinerà condizioni di stabilità e di sicurezza oggi gravemente compromesse, senza ridurre l'attuale sezione idraulica.

La relazione di calcolo relativa alle opere sopra indicate e i relativi elaborati grafici sono allegati al presente Studio, unitamente alla Relazione tecnica generale e alle essenziali tavole illustrative di ammodernamento della condotta irrigua.



#### **4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE**

Anche se non strettamente necessarie ai fini dello Studio, nel presente paragrafo, per completezza di analisi e per eventuali approfondimenti e/o valutazioni specifiche sulla “qualità” dei terreni interessati dal progetto del Consorzio, vengono analizzate ed indicate le principali caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nel sottosuolo dell’area in esame e il campo di valori più rappresentativo dei parametri geotecnici, sulla base degli elementi di documentazione disponibili [prove geotecniche di laboratorio, prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche (DPM, DPSH e SPT) e prove dilatometriche (DMT) eseguite nel corso dei principali lavori d’indagine geognostica che hanno riguardato i litotipi in esame], oltre, naturalmente, ai dati riportati nella letteratura specializzata e alle indagini puntuali riportate nella Relazione geologica a corredo del progetto.

##### **4.1. Proprietà geotecniche dell’Associazione pelitico-sabbiosa (FMT<sub>a</sub>)**

L’Associazione geologica in esame è denominata, nella letteratura geotecnica, “*Formazione delle argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche*” e rappresenta, come si è visto, il substrato geologico dell’intera fascia pedemontana del versante adriatico dell’Appennino centro-meridionale. Benché nel comportamento geotecnico le argille Plio-pleistoceniche manifestino molti punti in comune, le argille plioceniche e quelle pleistoceniche differiscono fra loro, in particolare per quanto riguarda la granulometria, i caratteri di plasticità ed il grado di consolidazione (Esu e Martinetti, 1965).



La composizione granulometrica della formazione argillosa varia da quella di un'argilla limosa fino a quella di un limo sabbioso; comunque, il litotipo prevalente è un *limo con argilla, sabbioso o leggermente sabbioso*. I vari termini si alternano fra loro in strati di modesto spessore e spesso contengono sottilissime intercalazioni di sabbia fine, di spessore millimetrico; la stratificazione è sempre regolare.

Il contenuto in  $\text{CaCO}_3$  è in genere elevato (dal 20 fino al 40%): esso è attribuibile alla presenza di abbondante microfauna a guscio calcareo, mentre la matrice è povera in carbonati).

Data la composizione chimico-mineralogica (prevalentemente quarzoso-calcareo), il peso specifico dei granuli varia entro limiti ristretti (da 26 a 27  $\text{kN/m}^3$ ).

Il contenuto in sostanze organiche è sempre trascurabile.

Per quanto riguarda le caratteristiche di plasticità si possono indicare i valori riportati qui di seguito (v. anche risultati delle prove di laboratorio).

Età dei terreni	Limite di liquidità $w_L$ (%)	Indice di plasticità $I_P$ (%)
Terreni pleistocenici	30÷50	10÷25
Terreni pliocenici	40÷60	15÷35

Complessivamente, tali terreni possono essere classificati come “*argille di medio-alta plasticità*”.

Il contenuto d'acqua allo stato naturale  $w_n$  è mediamente pari al 15÷20%, prossimo al limite di plasticità o lievemente inferiore (l'indice di consistenza relativa risulta pertanto prossimo o addirittura superiore all'unità). È stata frequentemente osservata una lieve tendenza di  $w_n$  a diminuire con l'aumentare della profondità dal piano campagna. Salvo rari casi di campioni



estremamente superficiali, il grado di saturazione  $S_r$  è sempre prossimo all'unità (0.95÷1.0); conseguentemente, è ragionevole porre l'angolo di resistenza al taglio in condizioni non drenate  $\phi_u$  pari  $0^\circ$  per verifiche a breve termine.

Il peso di volume secco  $\gamma_d$  varia da 15 a 18 kN/m<sup>3</sup>, mentre il peso di volume  $\gamma_n$  naturale varia da 19 a 21 kN/m<sup>3</sup>.

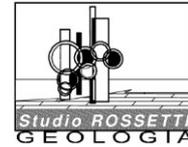
Tutti i depositi plio-pleistocenici mostrano chiaramente di essere stati sovraconsolidati per carico. Esu e Martinetti (1965) hanno trovato valori del carico di preconsolidazione  $\sigma'$  di circa 1.000÷1.200 kPa per le argille pleistoceniche e superiori a 2.000 kPa per quelle plioceniche; risultati analoghi sono stati ottenuti da Colleselli e Colosimo (1977). Al riguardo si fa presente che, per campioni superficiali, sono state osservate pressioni  $\sigma'$  inferiori a 1.000 kPa attribuibili a fenomeni di “softening”.

Il coefficiente di permeabilità  $k$ , determinato indirettamente da prove edometriche su campioni intatti, risulta mediamente pari a  $10^{-8}$ ÷ $10^{-7}$  cm/s. Tenendo conto dello stato di fessurazione (comune a tutte le argille sovraconsolidate), è ragionevole ammettere che il coefficiente di permeabilità possa essere superiore.

Concludendo, volendole inserire nello schema di classificazione dei terreni proposto da Morgenstern (1980), le argille plio-pleistoceniche possono essere definite come “*terreni naturali a grana fine saturi, dilatanti, strutturati, fessurati*”.

#### Resistenza in termini di sforzi totali

Dato l'intenso grado di fessurazione proprio delle argille in esame, la resistenza al taglio in condizioni non drenate (a breve termine) dovrebbe essere misurata su



provini di grandi dimensioni, con diametro almeno pari a 70 mm; prove condotte su provini aventi dimensioni minori forniscono, infatti, valori molto dispersi.

Il diagramma sforzo/deformazione mostra sempre un tipico comportamento di tipo “*strain softening*”, con un marcato picco di resistenza per ridotti valori della deformazione assiale (poche unità per cento) ed una notevole diminuzione dopo il picco. I già più volte citati Esu e Martinetti hanno trovato che la resistenza non drenata tende ad aumentare con la profondità nello strato superficiale allentato e rammollito (cioè fino a 10÷15 m), rimanendo poi all’incirca costante, con valori della resistenza sempre superiore a 100 kPa; la resistenza non drenata tende inoltre a diminuire, per la medesima ragione, in prossimità dei fronti di scavo.

Alla coesione non drenata  $c_u$  possono pertanto essere attribuiti i seguenti valori estremi:

$$c_u = 80 \div 300 \text{ kPa}$$

con i valori più bassi relativi ai terreni più superficiali (comprese le coltri colluviali) e quelli più elevati relativi alle coltri eluviali e al substrato inalterato.

#### Resistenza in termini di sforzi efficaci

Il comportamento dei terreni argillosi, sottoposti a prova in condizioni drenate, è tipico dei terreni sovraconsolidati fessurati: la coesione intercetta  $c'$ , per i valori di picco, risulta infatti diversa da zero. In base ai numerosi risultati di prove triassiali e di taglio diretto pubblicati da Esu e Martinetti si possono indicare i seguenti parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate:

Età dei terreni	Angolo di attrito $\varphi'$ (°)	Coesione $c'$ (kPa)
Terreni pleistocenici	24÷28	50÷60
Terreni pliocenici	28÷34	50÷100

I valori di tutti i parametri sopra riportati sono congruenti con i risultati ottenuti dalle numerose prove di laboratorio eseguite sui terreni in esame, ad eccezione di quelli relativi alla coesione  $c'$ , sempre inferiori a quelli indicati da Esu e Martinetti (mediamente  $c' = 15\div30$  kPa) e dell'angolo di attrito che non ha mai raggiunto  $34^\circ$ . I valori ricavati da questi Autori (in particolare i valori di  $c'$ ) possono in effetti trovare giustificazione solo nella presenza di legami di tipo cementizio e comunque potrebbero essere accettati solo per campioni molto profondi.

La Tab. 4.1 riassume quanto sopra detto e riporta l'intervallo distintivo dei valori dei parametri geotecnici del litotipo presente nei siti d'interesse, congruenti anche con i risultati delle prove di laboratorio.

Peso di volume naturale	$\gamma$	20-21 kN/m <sup>3</sup>
Contenuto d'acqua	$w$	15-20 %
Limite liquido	$L.L.$	30-50 %
Indice di plasticità	$I.P.$	10-25 %
Angolo d'attrito interno	$\varphi'$	24-28°
Coesione efficace	$c'$	15-30 kPa
Coesione non drenata	$c_u$	150-300 kPa
Modulo edometrico	$M$	15-25 MPa
Coefficiente di permeabilità	$k$	$< 10^{-7}$ cm/s

*Tabella 4.1*

Parametri geotecnici delle argille Plio-pleistoceniche dell'Associazione FMTa

#### 4.2. Proprietà geotecniche dei depositi alluvionali terrazzati

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei depositi terrazzati alluvionali presenti lungo la valle del Fiume Tavo rivestono una grande importanza ai fini urbanistici

in quanto su di essi sono fondate la maggior parte delle infrastrutture e degli edifici realizzati lungo la S.S. 151 Fondo Valle Tavo.

Tali sedimenti sono molto eterogenei e possono presentare notevoli discontinuità orizzontali e verticali. Dall'analisi, dallo studio e dalla comparazione dei risultati di prove in situ e di dati di letteratura è possibile la caratterizzazione indicata nel prospetto riepilogativo (Tab. 4.2).

		Ghiaie sabbiose
Peso di volume naturale	$\square \square$	19÷20 kN/m <sup>3</sup>
Contenuto d'acqua	w	--
Limite Liquido	w <sub>l</sub>	--
Indice di plasticità	I <sub>p</sub>	--
Angolo d'attrito interno	$\varphi'$	> 35°
Coesione efficace	c'	--
Coesione non drenata	c <sub>u</sub>	--
Coefficiente di permeabilità	k	≈ 10 <sup>-2</sup> m/s

*Tabella 4.2*

Parametri geotecnici caratteristici dei depositi alluvionali terrazzati

I risultati ottenuti evidenziano che i depositi alluvionali a granulometria fina possiedono scadenti caratteristiche fisico-meccaniche: soprattutto per quanto riguarda i sedimenti limo-argillosi e torbosi, mentre sono alti i valori dei parametri delle ghiaie sabbiose adiacenti al corso d'acqua.

#### **4.3. Proprietà geotecniche dei depositi alluvionali recenti**

L'estrema variabilità della composizione granulometrica di tali depositi, sia verticalmente sia orizzontalmente, unitamente ad un ambiente di sedimentazione estremamente dinamico, che produce ripetute alternanze di fasi di erosione e di deposizione, non consentono la parametrizzazione geotecnica del litotipo, che comunque ha caratteristiche non molto dissimili da quelle dei depositi terrazzati.

## 5. GRADO DI ESPOSIZIONE E VULNERABILITA'

Gli elementi di documentazione e le valutazioni precedentemente esposte vengono integrati con altre, più specifiche, relative al grado di esposizione e di vulnerabilità delle opere ricomprese nel contesto geologico ed idraulico delineato in precedenza.

Si premette che la vulnerabilità può essere definita come *“grado di perdita su un certo elemento o gruppi di elementi esposti a rischio risultante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una data intensità”* (Varnes et al., 1984) ed espressa mediante una scala di valori numerici compresi tra “0” (nessuna perdita) ed “1” (perdita totale), in funzione dell’intensità del fenomeno e della tipologia degli elementi a rischio.

In pratica, la vulnerabilità è valutabile con l’analisi dell’intensità del fenomeno e delle sue conseguenze definite attraverso una misura della severità del danno.

Nello specifico, la vulnerabilità è data dalla probabilità che gli elementi a rischio subiscano un certo danno in conseguenza di un fenomeno di instabilità di data intensità. Altri Autori, ritenendo che la *pericolosità* non coincida con la *probabilità* di accadimento di un fenomeno franoso, definiscono la *vulnerabilità* come *“grado di perdita (danno) prodotto o atteso sugli elementi a rischio, valutati in funzione delle loro caratteristiche (C), per il verificarsi di un fenomeno franoso di una data pericolosità”* (Crescenti, 1998). In questa seconda definizione di vulnerabilità, il concetto di intensità viene sostituito dalla pericolosità, definita dall’Autore come *“... il grado di pericolo atteso per gli elementi a rischio a seguito del verificarsi di un fenomeno franoso è funzione della intensità e della*



*probabilità*”. Oltre all’intensità del fenomeno e alla tipologia delle strutture a rischio, sono però da considerare anche altri fattori, di difficile parametrizzazione, collegati, ad esempio, all’organizzazione sociale dell’area in esame, che, attraverso programmi di prevenzione e di emergenza, può conseguire una riduzione della vulnerabilità.

Inoltre, alcuni Autori includono nella stima una valutazione dell’imprevedibilità del fenomeno, altri, invece, analisi relative al valore degli elementi a rischio. Appare tuttavia opportuno, per una più attendibile valutazione dei parametri necessari per definire il rischio, analizzare separatamente la pericolosità, la vulnerabilità e l’esposizione degli elementi a rischio.

In base a quanto sinteticamente esposto, appare evidente che la stima della vulnerabilità non è supportata, nonostante la dovizia di studi e proposte al riguardo, da criteri sicuramente oggettivi e pertanto verranno prese in esame diverse metodologie riportate in letteratura per le valutazioni rischiate.

Scale di severità dei danni sugli edifici sono state proposte da diversi Autori (relativamente a problemi di fondazioni o per danni provocati da frane di diversa tipologia) che collegano la vulnerabilità degli edifici alla profondità delle fondazioni e del piano di scivolamento potenziale (non applicabili al caso in esame).

Nel caso in esame la valutazione della vulnerabilità va, invece, fatta in modo specifico e differenziato per i vari tipi di elemento a rischio, calcolando cioè distintamente la vulnerabilità che riguarda la vita umana da quella relativa ai beni ed alle attività sociali.

Questo tipo di approccio è ben evidenziato nel progetto francese PER (DRM 1990) che specifica le valutazioni dei danni prodotti da eventi franosi (ma applicabile anche al caso in esame) di diversa intensità, sia sulla incolumità delle persone, sia sui beni economici (evidenziati in rosso nelle Tabb. 5.1, 5.2 e 5.3).

Grado	Intensità	Possibile conseguenza	Natura del fenomeno
H <sub>0</sub>	Nulla	Incidente improbabile (tranne conseguenze indotte)	Movimenti a cinematica lenta
H <sub>1</sub>	Media	Incidenti isolati	Crolli isolati
H <sub>2</sub>	Elevata	Qualche vittima	Crolli, scivolamenti o colate di terra
H <sub>3</sub>	Molto elevata	Catastrofe (qualche decina di vittime)	Crolli e scivolamenti catastrofici, colate rapide di terra o detrito

Tabella 5.1

Intensità dei fenomeni rispetto alle conseguenze sull'incolumità umana

	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
Morti	0	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>
Feriti	0	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>
Senzatetto	0	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-1</sup>

Tabella 5.2

Probabilità di conseguenze sul piano umano per i diversi gradi di intensità definiti in Tab. 8.1

Grado di danno	% del valore della costruzione	Tipo di danno
1	Qualche %	Danni leggeri non strutturali. La stabilità non è pregiudicata
2	10-30	Fessurazione dei muri
3	50-60	Deformazioni importanti. Fessure largamente aperte. Evacuazione necessaria
4	70-90	Cedimento parziale dei pavimenti, brecce nei muri, disarticolazione delle pareti. Evacuazione immediata.
5	100	Distruzione. Recupero impossibile.

Tabella 5.3

Scala convenzionale delle severità dei danni ispirata alla scala Mercalli

Riassumendo, per la valutazione della vulnerabilità i parametri caratteristici presi in considerazione nel caso specifico sono i seguenti:

- 1) tipo ed intensità del fenomeno franoso;
- 2) natura del fenomeno e possibili conseguenze;



3) caratteristiche strutturali dell'opera;

4) danni provocati.

Alla luce delle analisi sviluppate, per la valutazione della vulnerabilità della condotta si può fare riferimento alle tabelle riportate dalle quali i valori di vulnerabilità possono essere ragionevolmente posti pari a:

- **0**, nella scala delle probabilità rispetto alle conseguenze sull'incolumità umana;
- **1**, nella scala da 1 a 5 per la valutazione relativa al danno provocato da eventi di diverso tipo ed intensità, con misure di prevenzione che hanno sicuramente un valore di gran lunga inferiore al 10% del valore economico dell'opera.

*In definitiva, l'intervento in esame è caratterizzato da un basso grado di vulnerabilità.*

## 6. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DEL RISCHIO

Per la sostituzione e potenziamento dell'impianto irriguo non è possibile valutarne gli effetti attesi con l'*indicatore di risultato*, come previsto nelle direttive europee sulla Valutazione Ambientale Strategica (V.A.S.), riferendosi alle condizioni di sicurezza e di rischio prima e dopo l'intervento, poiché la situazione "ante operam" e quella "post operam" sono diverse solo sotto il profilo dimensionale della condotta e conseguentemente non è pensabile di valutare analiticamente i valori dei coefficienti di sicurezza, in percentuali di stabilità e di rischio attraverso le variazioni tra lo stato originario e quello dopo l'intervento.

Con riferimento alle "*Attività (linee guida, criteri modalità) rivolte a verifiche di sicurezza e di efficienza idraulica per rischi incombenti sulle infrastrutture, su impianti produttivi e tecnologici, opere pubbliche ed edifici civili nei bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del fiume Sangro - Aggiornamento delle carte degli elementi esposti a rischio alluvione, del danno potenziale e del rischio - Relazione metodologica*" del 2013, il rischio può essere stimato attraverso la valutazione:

- del danno, in relazione agli insediamenti e alle infrastrutture presenti nelle aree inondabili e alla loro vulnerabilità, che dipende dal livello di protezione delle strutture e dalla relativa capacità di resistere alle sollecitazioni indotte dai fenomeni di inondazione;
- della pericolosità in funzione delle caratteristiche idrologiche e idrauliche del corso d'acqua, delle caratteristiche morfologiche dell'alveo e delle aree



adiacenti inondabili o interessate dai fenomeni di divagazione dell'alveo stesso;

- del rischio, in funzione delle classi di pericolosità e di danno, attraverso una combinazione matriciale dei due elementi precedenti, opportunamente classificati.

Considerando i punti sopra esposti, si può concludere che il progetto per il 2° attraversamento del F. Tavo (ZONA 1) costituisce un indubbio miglioramento della critica situazione esistente e che comunque l'area è a “*rischio basso R1*” (All. 4/A) e tale resterà anche dopo l'intervento previsto.

Per quanto concerne il nuovo tracciato ubicato in località Rotacupo (ZONA 2), che attraversa (All. 4/B) aree a diverso grado di rischio (R1, R2 e R3), si deve considerare che la condotta non modifica le condizioni di pericolosità e non aumenta l'area alluvionabile: *pertanto, non costituisce elemento di aumento del rischio.*

Riguardo ai danni che la condotta stessa può subire, considerate anche le caratteristiche di permeabilità dei terreni sui quali si sviluppa e la morfologia subpianeggiante della zona, è evidente che gli eventuali allagamenti non hanno alcun effetto sulla sua stabilità.

Una particolare attenzione va, invece, posta per le strumentazioni di controllo e di monitoraggio che possono essere danneggiate dagli eventuali allagamenti: è evidente che le stesse devono essere posizionate a quote di sicurezza dal piano campagna rispetto alle previsioni dell'altezza che l'acqua può raggiungere nelle varie fasce di pericolosità.



## 7. SINTESI DELLO STUDIO E CONCLUSIONI

In seguito ai sopralluoghi e ai rilievi effettuati, alle analisi delle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrologiche, idrogeologiche e geotecniche dell'area e alle informazioni avute dal Consorzio, si può affermare che la condotta esistente non è stata mai interessata da fenomeni di dissesto e/o da danneggiamenti dovuti a pericolosità idraulica, ad eccezione del 2° attraversamento del F. Tavo per il quale è stato previsto un progetto specifico (allegato allo Studio).

Lo studio ha evidenziato, come richiesto dagli indirizzi tecnici di cui all'Allegato D del PSDA, le caratteristiche litostratigrafiche locali e gli aspetti geologici per un intorno significativo dell'area interessata dall'intervento in progetto, riferendoli al quadro geologico generale e alle pericolosità idrauliche.

Tenuto conto di quanto esposto nel corso dello Studio, e rimandando alle analisi e valutazioni precedenti (nonché alle documentazioni specifiche riportate negli Allegati) per approfondimenti e/o valutazioni di dettaglio, si può concludere che il grado di stabilità dei siti sui quali sono previsti gli interventi è molto elevato (per quanto concerne le condotte) nella situazione *ante operam* e che resterà immutato anche in quella *post operam* poiché la nuova condotta non incide minimamente sulla stabilità e sulla pericolosità idraulica della zone attraversate.

In definitiva, alla luce degli accertamenti svolti, l'intervento è senz'altro compatibile con le condizioni geologiche/idrologiche/idrauliche/idrogeologiche dei siti in esame, caratterizzati, come si è visto, da esposizione modesta e da un basso grado di vulnerabilità degli elementi a rischio.



Infatti, per il valore degli elementi a rischio (intesi come persone, beni localizzati, patrimonio ambientale, ecc.) non sono ipotizzabili:

- perdita di vite umane o pregiudizio per l'incolumità delle persone;
- lesioni gravi o danni funzionali alla condotta;
- distruzioni o interruzioni o perdita di funzionalità di attività socio-economiche.

In particolare, le attività necessarie per la realizzazione del progetto (scavi, riporti, costruzione di manufatti in c.a., ecc.) nonché la tipologia delle opere progettate non:

- alterano le condizioni morfologiche e di stabilità attualmente esistenti nelle diverse zone;
- determinano modifiche al regime delle acque superficiali e profonde;
- ostacolano il normale deflusso delle acque, anche nel caso di eventi alluvionali estremi;
- richiedono il ricorso a soluzioni e/o procedimenti costruttivi inusuali e/o di particolare onerosità.

*Lo Studio evidenzia, in definitiva, l'assenza di effetti negativi sull'ambiente da parte dell'intervento in progetto e, in particolare, sul regime idraulico del Fiume Tavo e, più in generale, sullo stato delle acque: anzi l'intervento ottimizza lo stato dei corpi idrici attraverso un più razionale utilizzo dell'acqua, anche sotto l'aspetto del deflusso minimo vitale dei corpi idrici interessati.*



In conclusione, non sussistono, *sul piano tecnico e nei confronti delle previsioni e delle prescrizioni delle Norme del PSDA*, motivi ostativi alla realizzazione dell'intervento previsto.

Agosto 2017

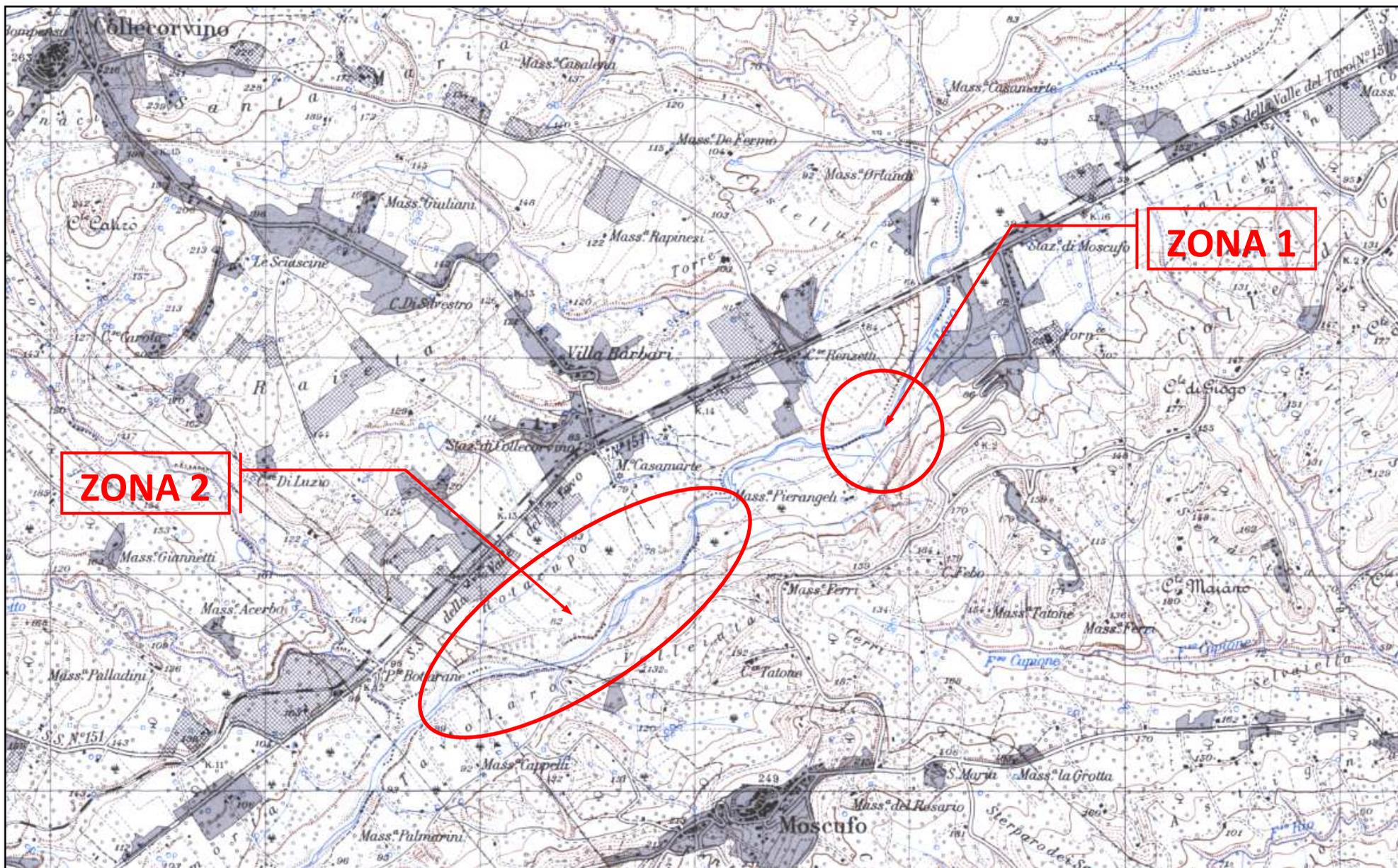
Geol. Ermenegildo ROSSETTI



## BIBLIOGRAFIA

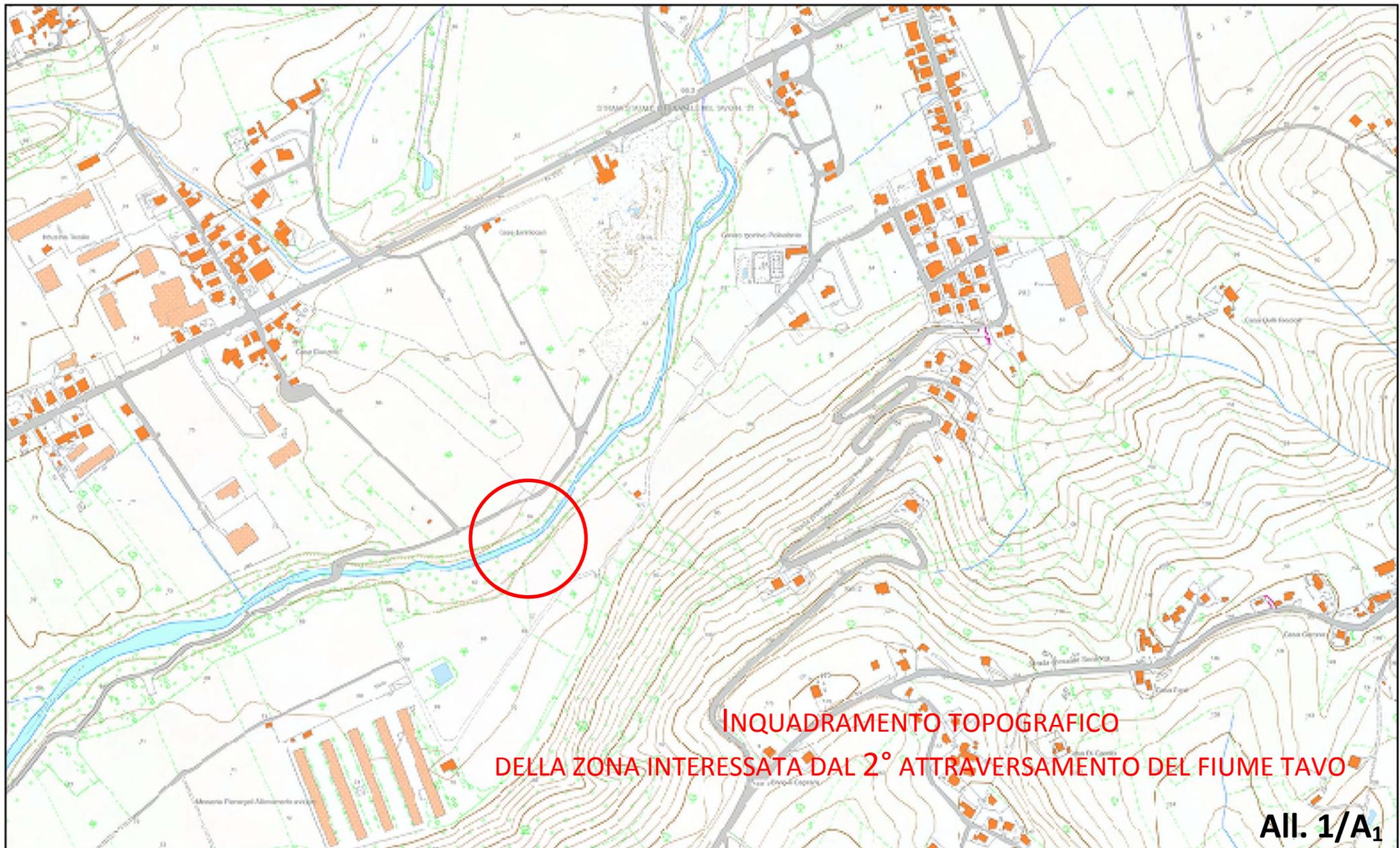
- AQUATER (Gruppo Eni) (1985) – Valutazione delle risorse idriche superficiali disponibili. Programma nazionale di coordinamento per l’approvvigionamento idrico dei territori di collina e montagna, legge 984/77. Ministero dell’agricoltura e delle foreste. Ancona.
- BIGI S., CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., DIDASKALU P., DRAMIS F., FARABOLLINI P., GENTILI B., INVERNIZZI C., MICARELLI A., NISIO S., PAMBIANCHI G. & POTETTI M. (1995) - La fascia periadriatica marchigiano-abruzzese dal Pliocene medio ai tempi attuali: evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica. In: Studi Geologici Camerti, volume speciale I, pp. 37-49, Camerino.
- BIGI S., CENTAMORE E. & NISIO S. (1996-97) - Caratteri geologico-strutturali dell’area pedepenninica marchigiano-abruzzese durante il pleistocene”. Studi Geol. Camerti, XIV, pp. 193-200.
- BIGI S., CENTAMORE E., FUMANTI F., MILLI S. & NISIO S. (1997) - Aspetti geologico-strutturali delle aree di avampaese nell’Appennino centro-orientale. In: Atti Convegno Nazionale GEOITALIA 97. Forum Italiano di Scienze Della Terra, Bellaria (Rimini), 5-9 ottobre 1997.
- BILLI P. (1993) – “Dinamica fluviale e antropizzazione” Atti del 4° “Geological Day” sul tema: L’impatto degli interventi antropici sulla dinamica fluviale e possibilità di recupero ambientale. Pag. 15-22, (1993), Roccaraso-Castel di Sangro.
- BUCCOLINI M. & TIBERIO S.(2001) – Evoluzione recente e in atto nell’alveo del fiume Tavo-Saline (Abruzzo Centrale). Mem. Soc. Geol. It., 56 (2001), 243-248, 7ff. Chieti.
- CALAMITA F. COLTORTI M., PIERUCCINI P. & PIZZI A. (1999) - Evoluzione strutturale e morfogenesi plio-quadernaria dell’Appennino Umbro- Marchigiano tra il pedeappennino umbro e la costa adriatica. Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. 118, pp. 125-139. Roma.
- CASNEDI R. & CRESCENTI (1986) – Plio-Pleistocene del bacino abruzzese, Boll. Soc. Geol.
- CELICO P. (1986) – Prospezioni Idrogeologiche. Vol. I - II, Liguori Editore, Napoli.
- CRESCENTI U. (1971) - Osservazioni sul pliocene degli Abruzzi settentrionali: la trasgressione del pliocene medio e superiore. Boll. Soc. Geol. It. 90, 3-21, 3 ff., Roma
- CRESCENTI U. (1975) – Sul substrato pre-pliocenico dell’avanfossa Appenninica dalle Marche allo Jonio. Boll. Soc. Geol. It, 94(3): 583-634, Roma
- CRESCENTI U. (1998) Landslide risk: notes of assessment - Quaderni di Geologia Applicata 5(2): 87-100 (“in Italian)
- DE CAROLIS A. (2001) - Tesi di laurea - UNICH
- DRM- DÉLÉGATION AUX RISQUES MAJEURS (1990) - Les études préliminaires à la cartographie réglementaire des risques naturels majeurs. Secrétariat d’État auprès du Premier ministre chargé de l’Environnement et de la Prévention des Risques technologiques et naturels majeurs. La Documentation Française. 143pp
- ESU F. e MARTINETTI S. (1965) - Considerazioni sulle caratteristiche tecniche delle argille plio-pleistoceniche della fascia costiera adriatica tra Rimini e Vasto – Rivista italiana di geotecnica
- GONZÁLES DE VALLEJO L. (2005) - Geingegneria - Pearson
- ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE - Carta geologica d’Italia 1:50.000 - Progetto CARG
- MARINELLI L. & P. (2015) - Relazione geologica e geotecnica - Consorzio Bonifica Centro
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE - Quaderni serie III, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato
- VARNES D.J., AND IAEG COMMISSION ON LANDSLIDES AND OTHER MASS-MOVEMENTS (1984) - Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. UNESCO Press, Paris
- ZAVATTI A. (1990) – “ Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi 1” Quaderni di tecniche di protezione ambientale. Vol. 1, pag. 1-183. Pitagora editrice Bologna.

**ALLEGATI**



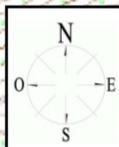
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELLE ZONE INTERESSATE DA PERICOLOSITÀ IDRAULICA (PSDA)

Scala 1:25.000



**INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO  
DELLA ZONA INTERESSATA DAL 2° ATTRAVERSAMENTO DEL FIUME TAVO**

**All. 1/A<sub>1</sub>**



Portale Web Regione Abruzzo 2013

Sistema di Riferimento:  
WGS84 UTM 33

Coordinate di Stampa:

N.O.: X: 422.004,96 Y: 4.700.288,94  
S.E.: X: 424.074,01 Y: 4.698.873,42

Data di Stampa: 03/08/2017

Scala: 10.000

Formato: A4 - H

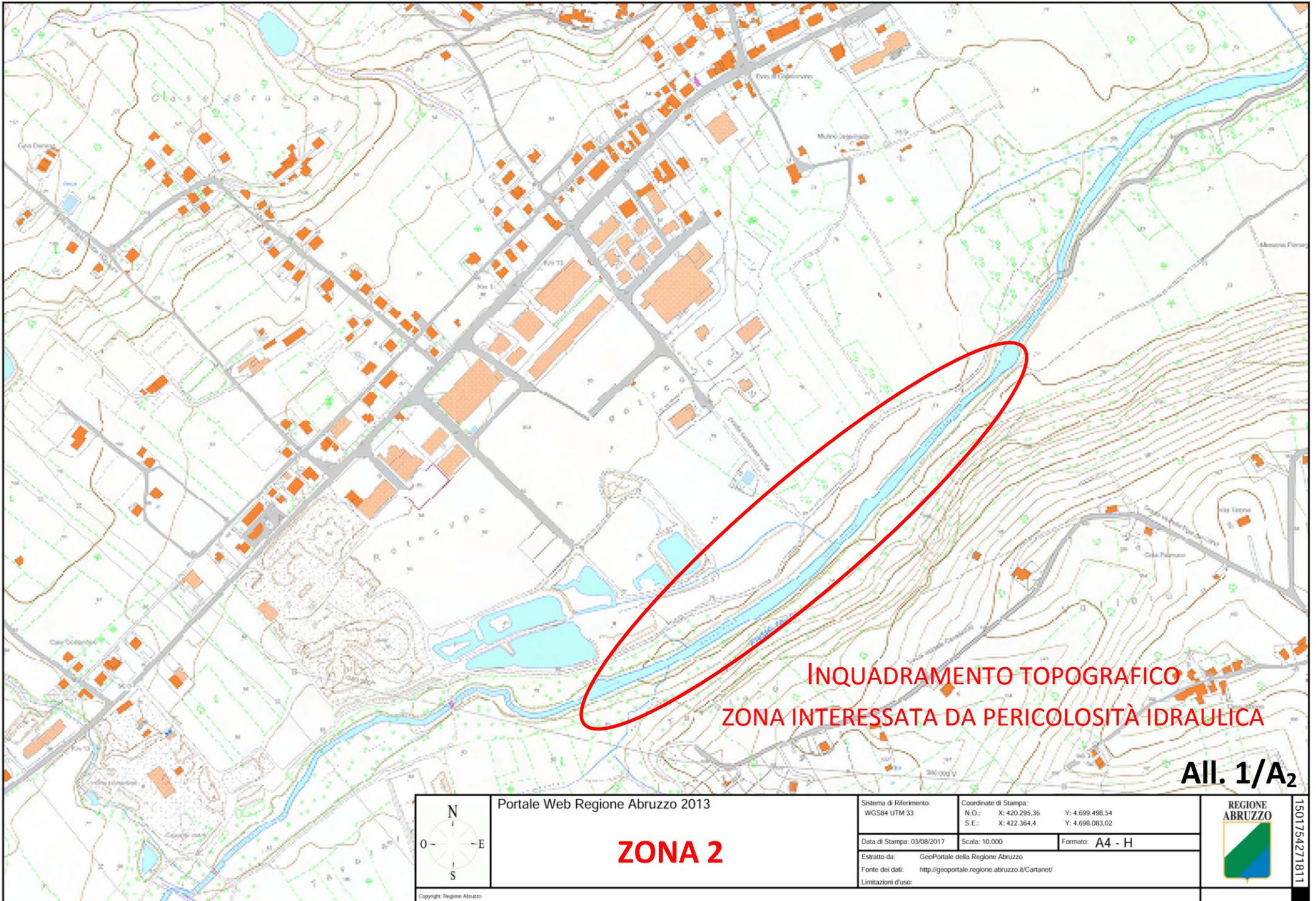
Estratto da: GeoPortale della Regione Abruzzo

Fonte dei dati: <http://geoportale.regione.abruzzo.it/Cartane/>

Limitazioni d'uso:

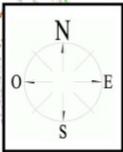


1501751785479



**INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO  
ZONA INTERESSATA DA PERICOLOSITÀ IDRAULICA**

**All. 1/A2**



Portale Web Regione Abruzzo 2013

**ZONA 2**

Sistema di Riferimento:  
WGS84 UTM 33

Coordinate di Stampa:  
N.O.: X: 420.295,36 Y: 4.699.498,54  
S.E.: X: 422.364,4 Y: 4.698.083,02

Data di Stampa: 03/08/2017

Scala: 10.000

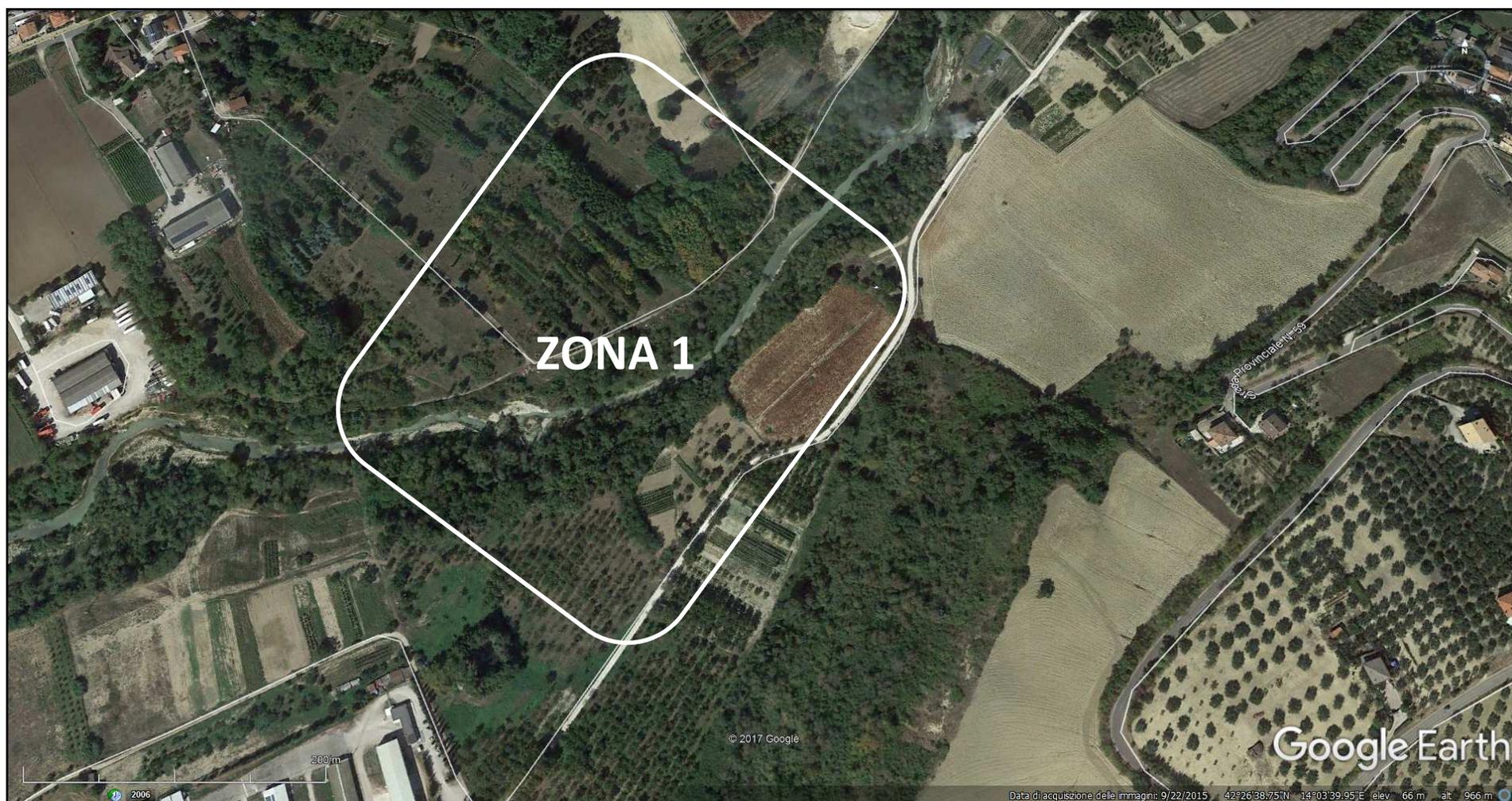
Formato: A4 - H

Estratto da: GeoPortale della Regione Abruzzo  
Fonte dei dati: <http://geoportale.regione.abruzzo.it/Cartanet/>  
Limitazioni d'uso:



1501754271811

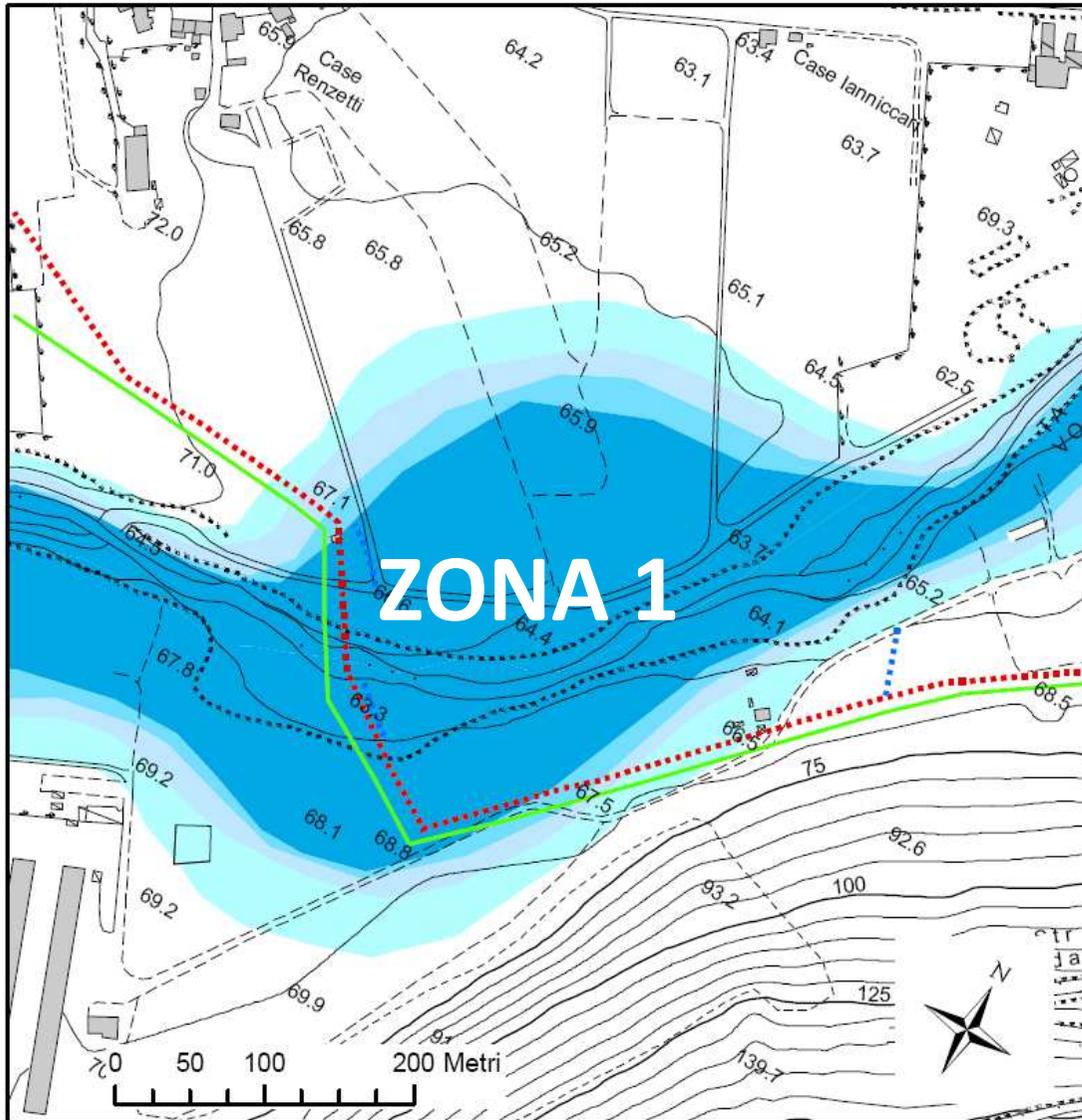
Copyright: Regione Abruzzo



**UBICAZIONE SU FOTO AEREA DI ZONA INTERESSATA DA PERICOLOSITÀ IDRAULICA  
(2° ATTRAVERSAMENTO)**



UBICAZIONE SU FOTO AEREA DI ZONA INTERESSATA DA PERICOLOSITÀ IDRAULICA



## Legenda

### CLASSI DI PERICOLOSITA'

- PERICOLOSITA' MODERATA  
h200>0m
- PERICOLOSITA' MEDIA  
h100>0m
- PERICOLOSITA' ELEVATA  
1m>h50>0.5m h100>1m v100>1m/s
- PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA  
h50>1m v50>1m/s

INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE  
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE

OPERE ESISTENTI

OPERE DA REALIZZARE

C.I.adduttrice Tavo

C.I. adduttrice Tavo

C.I. di scarico di progetto

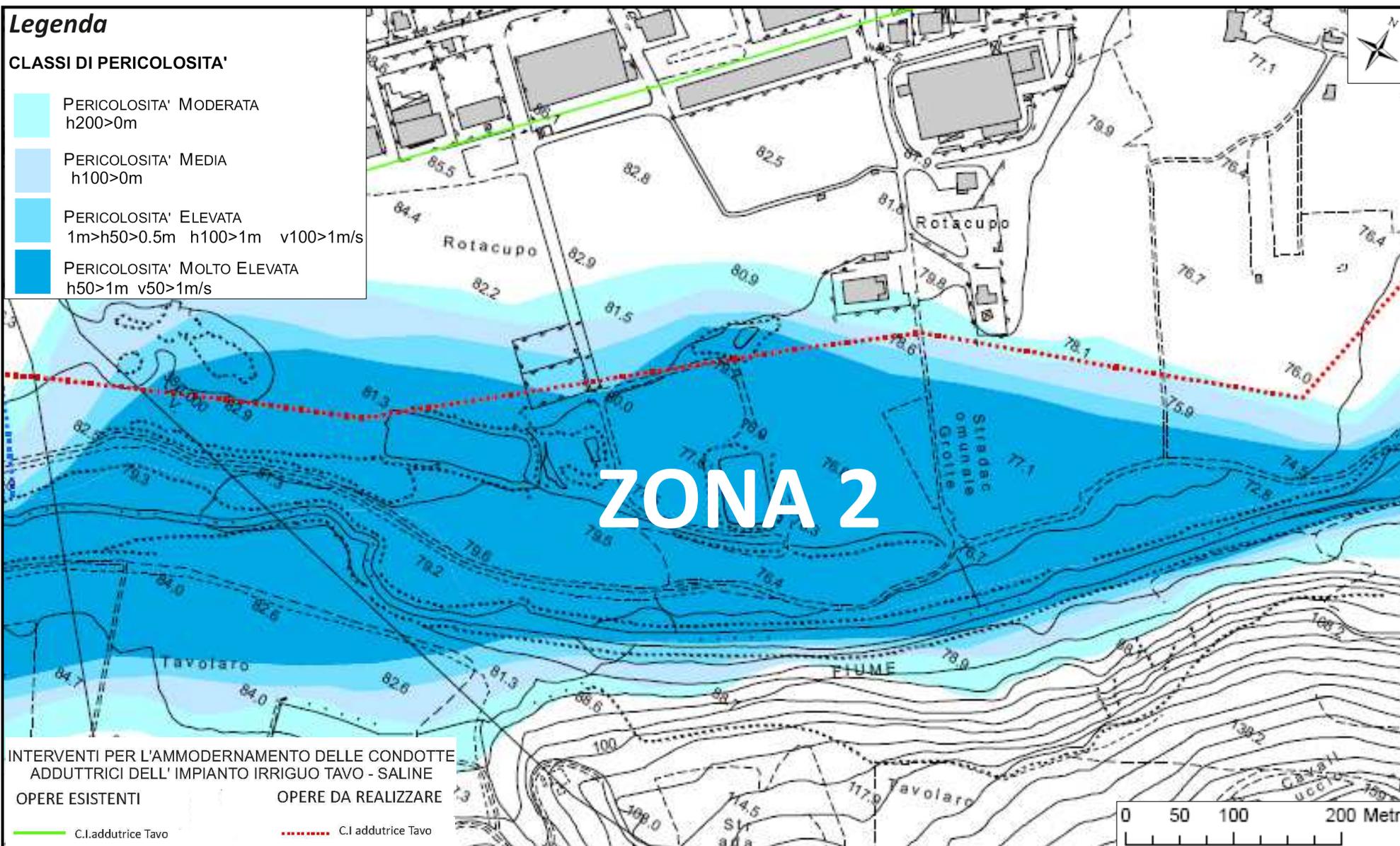
**PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI (PSDA)**  
Carta della pericolosità georeferenziata su CTR 1:5.000

**All. 3/A**

## Legenda

### CLASSI DI PERICOLOSITA'

- PERICOLOSITA' MODERATA  
h200>0m
- PERICOLOSITA' MEDIA  
h100>0m
- PERICOLOSITA' ELEVATA  
1m>h50>0.5m h100>1m v100>1m/s
- PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA  
h50>1m v50>1m/s

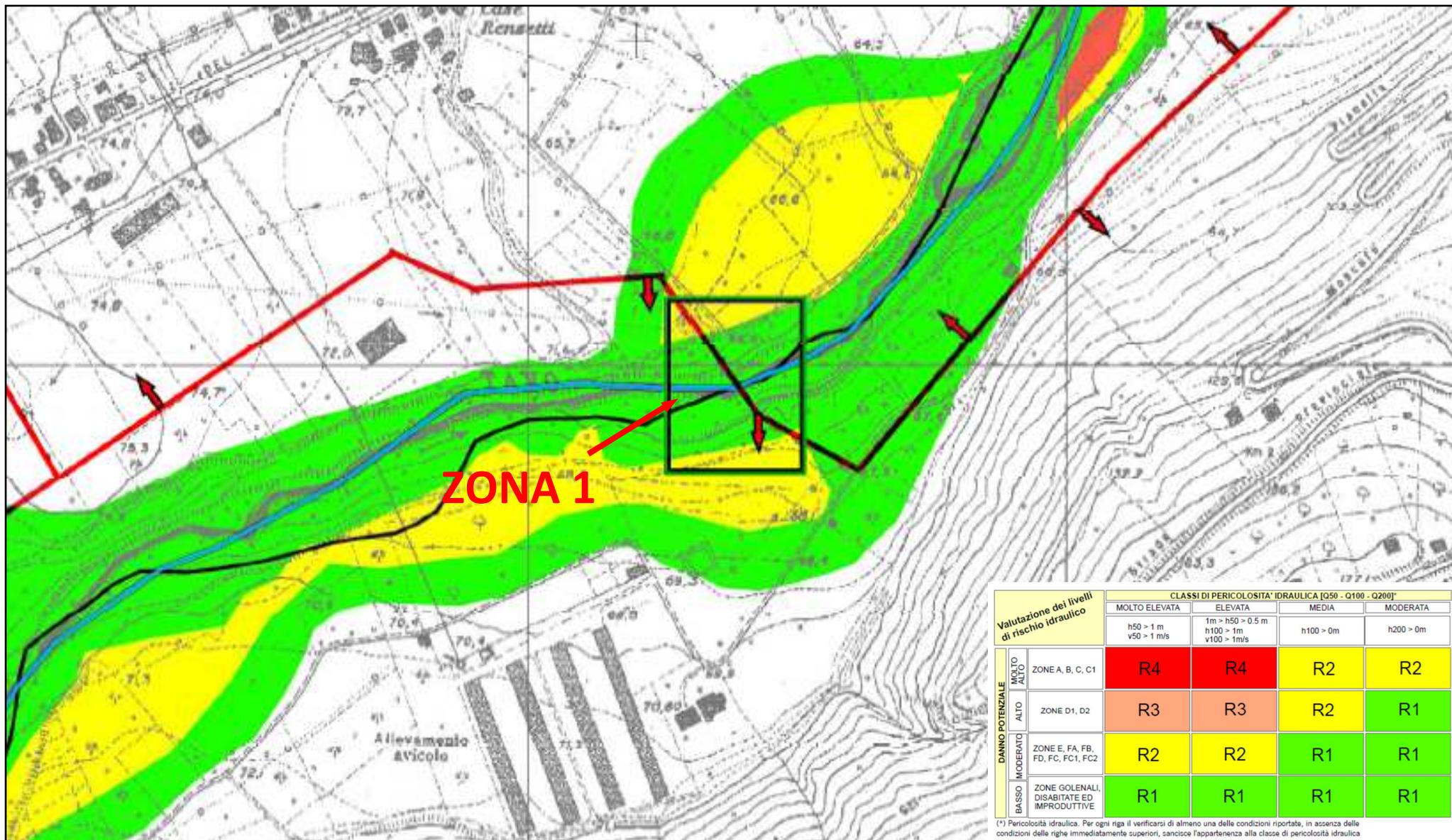


INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE  
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE  
OPERE ESISTENTI                      OPERE DA REALIZZARE

— C.I. adduttrice Tavo

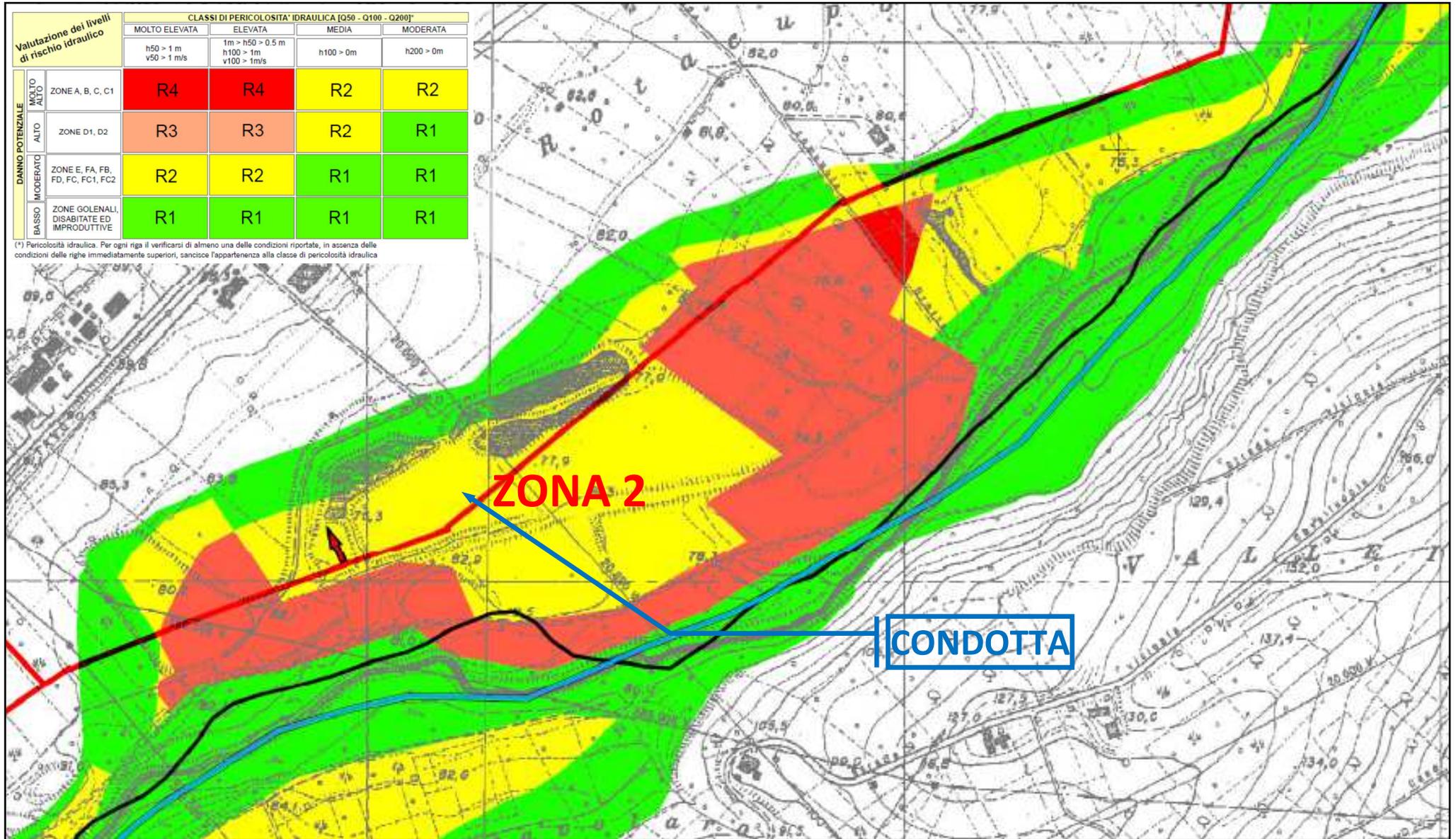
- - - - C.I. adduttrice Tavo

## PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI (PSDA) Carta della pericolosità georeferenziata su CTR 1:5.000



## PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI (PSDA)

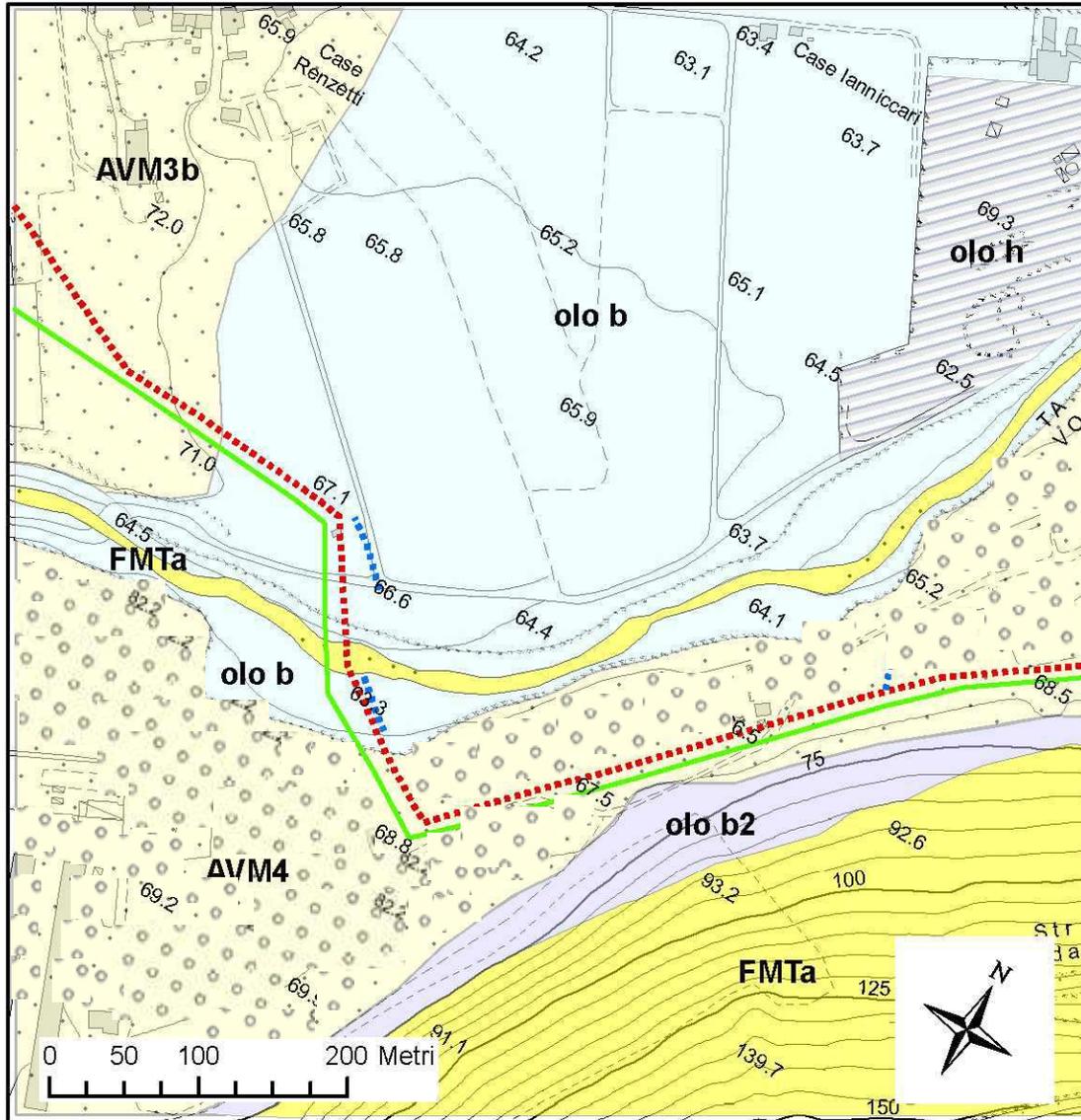
Carta del rischio – Scala 1:10.000



## PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI (PSDA)

Carta del rischio – Scala 1:10.000

Scala 1:5.000



## CARTA GEOLOGICA ZONA 1

### Legenda

Fonte foglio CARG 351 «Pescara»

#### Successione del Quaternario Continentale



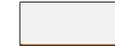
**Depositi antropici (olo h)**

Depositi caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di manufatti. In corrispondenza di cave di ghiaia dismesse sono costituiti dai residui, essenzialmente sabbioso-limosi, dell'attività estrattiva. OLOCENE



**Depositi alluvionali (olo b)**

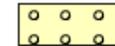
Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe. OLOCENE



**Coltri eluvio-colluviali (olo b2)**

Limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie con clasti centimetrici arenacei e calcarei; sono presenti frequentemente concrezioni calcaree. OLOCENE

#### SISTEMA DI VALLE MAJELAMA



**subsistema di Chieti Scalo - depositi alluvionali (AVM4b)**

Sabbie, limi e ghiaie, localmente massive, con lenti di argille e torbide; le ghiaie, prevalenti nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a clasti poligenici, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in una abbondante matrice sabbioso-limoso; sono riferibili ad ambiente fluviale. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzati a quote comprese tra i 5 e 15 m sul fondovalle attuale. PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.



**subsistema di Vallemare - depositi alluvionali (AVM3b)**

Sabbie e limi fluviali, a stratificazione pianoparallela e incrociata a basso angolo; si intercalano lenti di ghiaie con clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in unamatrice sabbiosa-limoso. Lo spessore è variabile tra 10 m e 20 m. I depositi sono terrazzati a circa 20-25 m sul fondovalle attuale. PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

#### Successione Marina del Pliocene Superiore-Pleistocene Inferiore

##### FORMAZIONE DI MUTIGNANO



**associazione pelitico-sabbiosa (FMTa)**

Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi; il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. PLEISTOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE p.p.

#### INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE

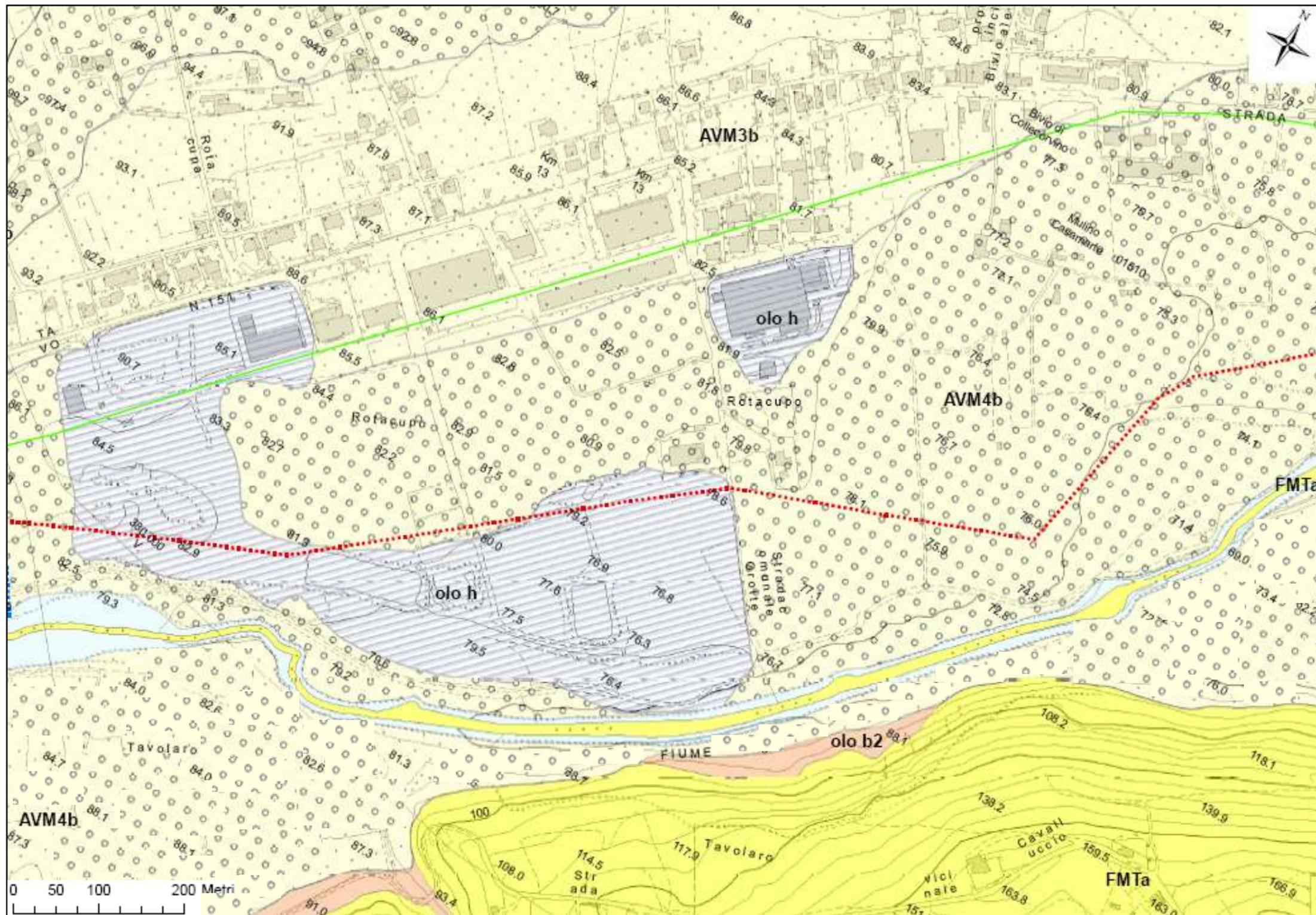
##### OPERE ESISTENTI

 C.I.adduttrice Tavo - I lotto

##### OPERE DA REALIZZARE

 C.I adduttrice Tavo

 C.I. di scarico di progetto



**Legenda**

Fonte foglio CARG 351 «Pescara»

**Successione del Quaternario Continentale**

**Depositi antropici (olo h)**  
 Depositi caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di manufatti. In corrispondenza di cave di ghiaia dismesse sono costituiti dai residui, essenzialmente sabbioso-limosi, dell'attività estrattiva. OLOCENE

**Depositi alluvionali (olo b)**  
 Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe. OLOCENE

**Coltri eluvio-colluviali (olo b2)**  
 Limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie con clasti centimetrici arenacei e calcarei; sono presenti frequentemente concrezioni calcaree. OLOCENE

**SINTEMA DI VALLE MAJELAMA**

**subsintema di Chieti Scalo - depositi alluvionali (AVM4b)**  
 Sabbie, limi e ghiaie, localmente massive, con lenti di argille e torbide; le ghiaie, prevalenti nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a clasti poligenici, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in una abbondante matrice sabbioso-limoso; sono riferibili ad ambiente fluviale. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzati a quote comprese tra 15 e 15 m sul fondovalle attuale. PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

**subsintema di Vallemare - depositi alluvionali (AVM3b)**  
 Sabbie e limi fluviali, a stratificazione pianoparallela e incrociata a basso angolo; si intercalano lenti di ghiaie con clasti ben arrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), immersi in una matrice sabbioso-limoso. Lo spessore è variabile tra 10 m e 20 m. I depositi sono terrazzati a circa 20-25 m sul fondovalle attuale. PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

**Successione Marina del Pliocene Superiore-Pleistocene Inferiore**

**FORMAZIONE DI MUTIGNANO**

**associazione pelitico-sabbiosa (FMTa)**  
 Argille ed argille marmose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi; il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. PLOCIENE SUPERIORE - PLEISTOCENE p.p.

INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE  
 ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE

OPERE ESISTENTI                      OPERE DA REALIZZARE

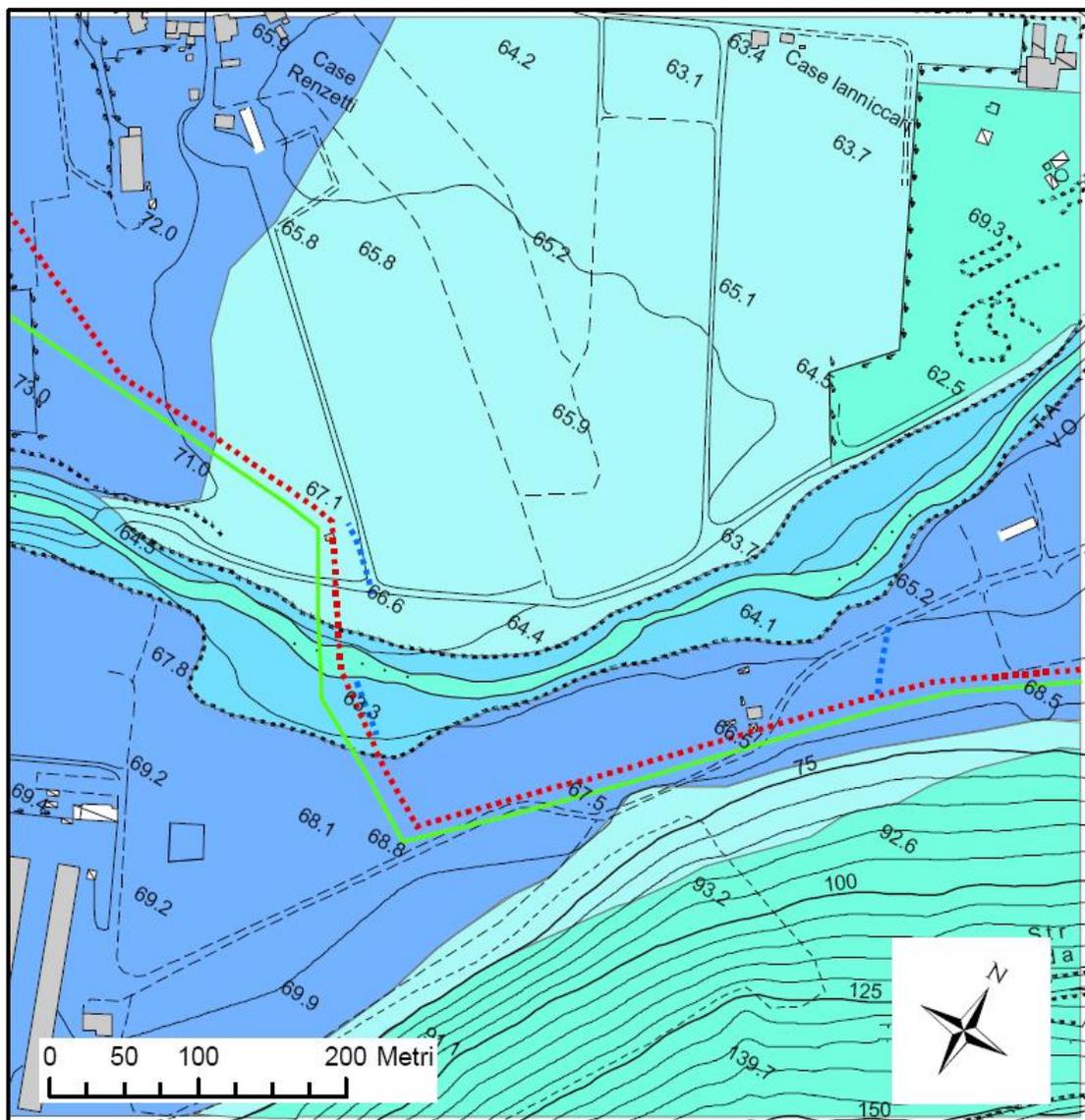
— C.I.adduttrice Tavo                      - - - - - C.I adduttrice Tavo

# CARTA GEOLOGICA

## ZONA 2

(Scala 1:5.000)

Scala 1:5.000



Legenda

PERMEABILITA' (cm/s)					Litologia
elevata	alta	media	scarsa	nulla	
$>10^{-2}$	$10^{-2} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-7}$	$<10^{-7}$	
					Argille e argille marnose con intercalazioni sabbiose
					Ghiaie e sabbie delle alluvioni terrazzate
					Ghiaie e sabbie delle alluvioni attuali
					Materiale Limoso sabbioso, limi argillosi e sabbie di natura eluvio-colluviale
					Depositi antropici

INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE  
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE

OPERE ESISTENTI

— C.I.adduttrice Tavo - I lotto

OPERE DA REALIZZARE

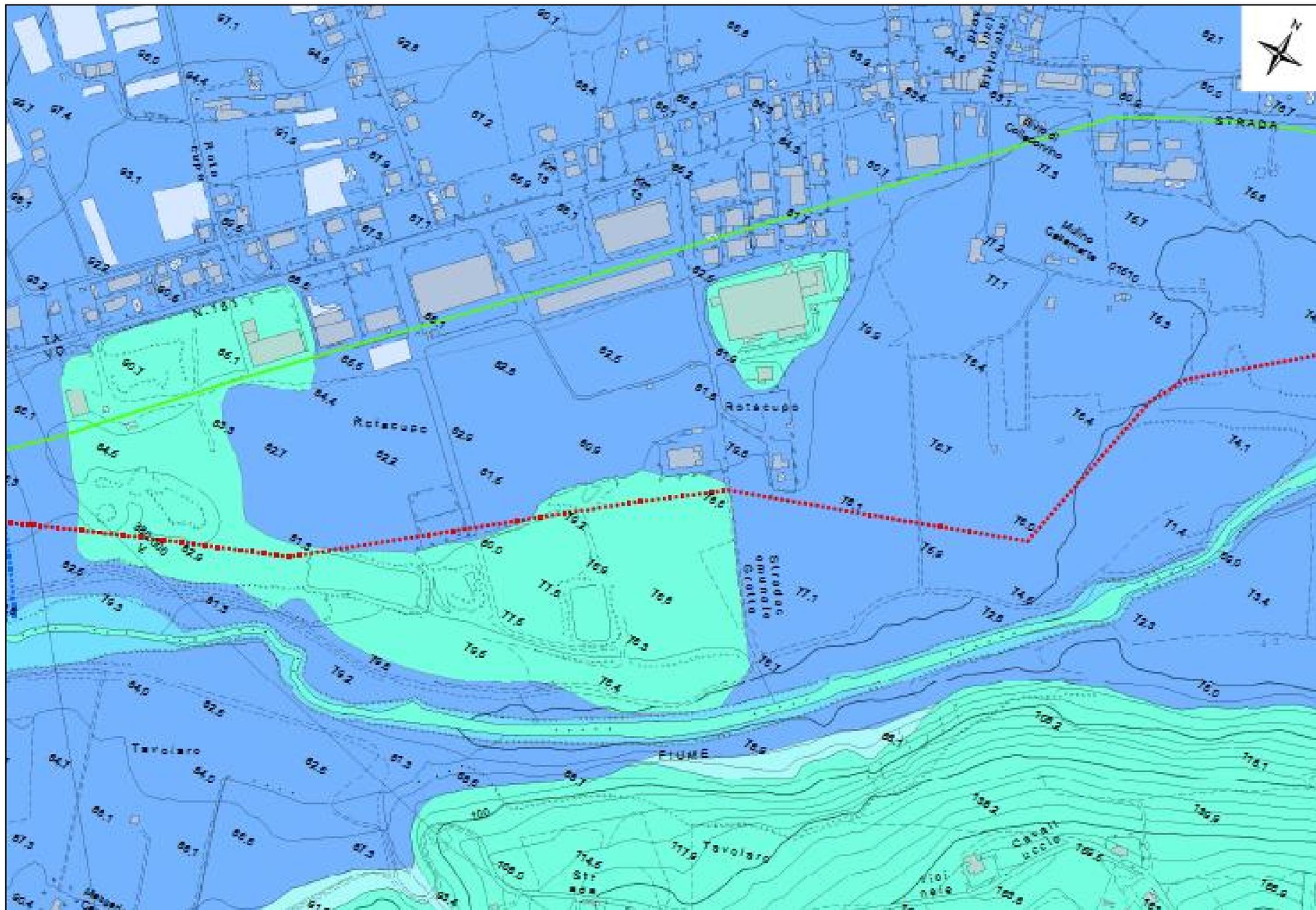
..... C.I adduttrice Tavo

..... C.I. di scarico di progetto

## CARTA DELLA PERMEABILITÀ

**ZONA 1**

**All. 6/A**



Legenda

PERMEABILITA' (cm/s)					Litologia
elevata	alta	media	scarsa	nulla	
>10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> -10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	<10 <sup>1</sup>	
[Light Green]	[Light Green]	[Light Green]	[Light Green]	[Light Green]	Argille e argille marnose con intercalazioni sabbiose
[Light Blue]	[Light Blue]	[Light Blue]	[Light Blue]	[Light Blue]	Ghiaie e sabbie delle alluvioni terrazzate
[Light Blue]	[Light Blue]	[Light Blue]	[Light Blue]	[Light Blue]	Ghiaie e sabbie delle alluvioni attuali
[Light Blue]	[Light Blue]	[Light Blue]	[Light Blue]	[Light Blue]	Materiale Limoso sabbioso, limi argillosi e sabbie di natura eluvio-colluviale
[Light Green]	[Light Green]	[Light Green]	[Light Green]	[Light Green]	Depositi antropici

INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE

OPERE ESISTENTI      OPERE DA REALIZZARE

— C.I.adduttrice Tavo      - - - - - C.I.adduttrice Tavo

## CARTA DELLA PERMEABILITÀ

### ZONA 2

(Scala 1:5.000)



## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 2° ATTRAVERSAMENTO FIUME TAVO

Nella prima e nella terza foto è visibile la condotta attuale, inglobata nel calcestruzzo.

In particolare, si evidenzia, nella terza foto, lo scalzamento parziale della condotta



**ZONA 1**

**All. 7/A**



## PANORAMICHE DELLA PIANA ALLUVIONALE DEL FIUME TAVO

### Zona 2

Punti di ripresa: da Nord (Foto in alto) – da SE (Foto in basso)