

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Provincia di Sondrio

COMMITTENTE:

**CONSORZIO DELLA MEDIA VALTELLINA
PER IL TRASPORTO DEL GAS**
Via Nazario Sauro,33 – 23100 Sondrio (SO)

OGGETTO:

**RETE DI TRASPORTO DEL GAS-METANO DI III^A SPECIE
TRA CHIURO E TEGLIO (F.ne Tresenda)
1° LOTTO METANODOTTO DN 350
CHIURO-TIRANO**

1.4

RELAZIONE GEOLOGICA



TECNICO PROGETTISTA: DOTT. ING. MARCO RIVA

Sede: Via Tartano, 798- 23018 TALAMONA (SO) tel./fax 0342-67.30.13

Unità Operativa: Via Vanoni, 98 - 23100 SONDRIO (SO) tel./fax. 0342-01.48.90

P.IVA 00840850143 C.F. RVI MRC 69A28 F7120 e-mail: info@ingmarcoriva.com

Studio
Tecnico
Dott. Ing. Marco Riva

*PROGETTO RETE DI TRASPORTO GAS METANO III^ SPECIE TRA CHIURO e TEGLIO (F.ne Tresenda)
I° Lotto metanodotto Chiuro - Tirano*



RELAZIONE GEOLOGICA



Consorzio della Media Valtellina per il Trasporto del Gas

Via Nazario Sauro, 33
23100 Sondrio (SO)
Tel. 0342-21.03.31
Fax. 0342-21.03.34
<http://www.trasportogas.so.it/>
e-mail: info@trasportogas.so.it
COD. FISC. e P. IVA.: 00866790140

COMMITTENTE:

febbraio 2013

Geologo Danilo Grossi



STUDIO GEO 3

Via De Simoni 11 – 23100 Sondrio – Tel/fax 0342 212400

INDICE

1 - PREMESSA.....	2
2 – INTERVENTI IN PROGETTO	3
3 – CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA GENERALE DELLA ZONA D'INTERVENTO	4
4 – ANALISI TRACCIATO.....	5
4.1. – <i>Tratto I - Chiuro – fraz. Nigola.....</i>	<i>5</i>
4.2. – <i>Tratto II - Fraz. Nigola – attraversamento Fiume Adda.....</i>	<i>8</i>
4.3. – <i>Tratto III - Attraversamento Fiume Adda.....</i>	<i>10</i>
4.4. – <i>Tratto IV - Attraversamento Fiume Adda – Torrente Margatta.....</i>	<i>11</i>
4.5. – <i>Tratto V - Torrente Margatta – Torrente Bondone.....</i>	<i>18</i>
4.6. – <i>Tratto VI - Torrente Bondone - Tresenda.....</i>	<i>25</i>
5 – SISMICITÀ DELL'AREA	32

1 - Premessa

Il presente lavoro, eseguito su commissione del **Consorzio della Media Valtellina per il Trasporto del Gas**, costituisce la relazione geologica realizzata ai sensi dell'art. 6.2.1. delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008), a supporto della progettazione degli interventi di costruzione del I Lotto del metanodotto Chiuro-Tirano nel tratto tra Chiuro e Teglio (F.ne Tresenda). In accordo a quanto previsto all'art. 6.2.1. della Normativa nell'ambito della presente relazione è stata effettuata la "caratterizzazione e modellazione geologica del sito". Per la realizzazione della presente indagine è stata utilizzata la seguente metodologia:

- sopralluogo per esame situazione geologica;
- verifica compatibilità dell'intervento con le condizioni di dissesto;
- caratterizzazione sismica del sito;
- caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- verifica di fattibilità degli interventi in progetto;
- caratterizzazione litostratigrafica preliminare dell'area; in mancanza di indagini geognostiche tale caratterizzazione è stata effettuata sulla base delle informazioni disponibili.

Come indicato al citato art. 6.2.1. del D.M. 14 gennaio 2008 la caratterizzazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio. Tale relazione geologica deve costituire un utile elemento di riferimento per il progettista dell'intervento in oggetto per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche che eventualmente il progettista, in accordo all'art. 6.2.2. del citato D.M., dovesse ritenere necessario per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito.

Per quanto riguarda, invece, le problematiche idrauliche legate ai manufatti di attraversamento dei torrenti (appartenenti al reticolo principale e minore) ed alla verifica delle possibili interferenze con le dinamiche fluviali del Fiume Adda, si rimanda all'Elaborato di progetto n. 1.3. "Attraversamento del Fiume Adda Relazione Idrologico – Idraulica" redatto dal progettista Ing. M. Riva che, come si legge in Premessa, costituisce laverifica di compatibilità idraulica secondo le disposizioni della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po – n. 2 del 11.5.1999. Tale verifica valuta gli effetti della realizzazione del metanodotto, seppur interrato, sull'assetto idraulico del corso d'acqua, a seguito di eventuali modificazioni della sua configurazione geometrica e morfologica e descrive le analisi tecnico-territoriali che hanno indotto alla localizzazione del tracciato all'interno delle predette fasce fluviali

La presente relazione geologica è stata prodotta secondo quanto previsto dalla vigente normativa in materia di opere edificatorie e più precisamente:

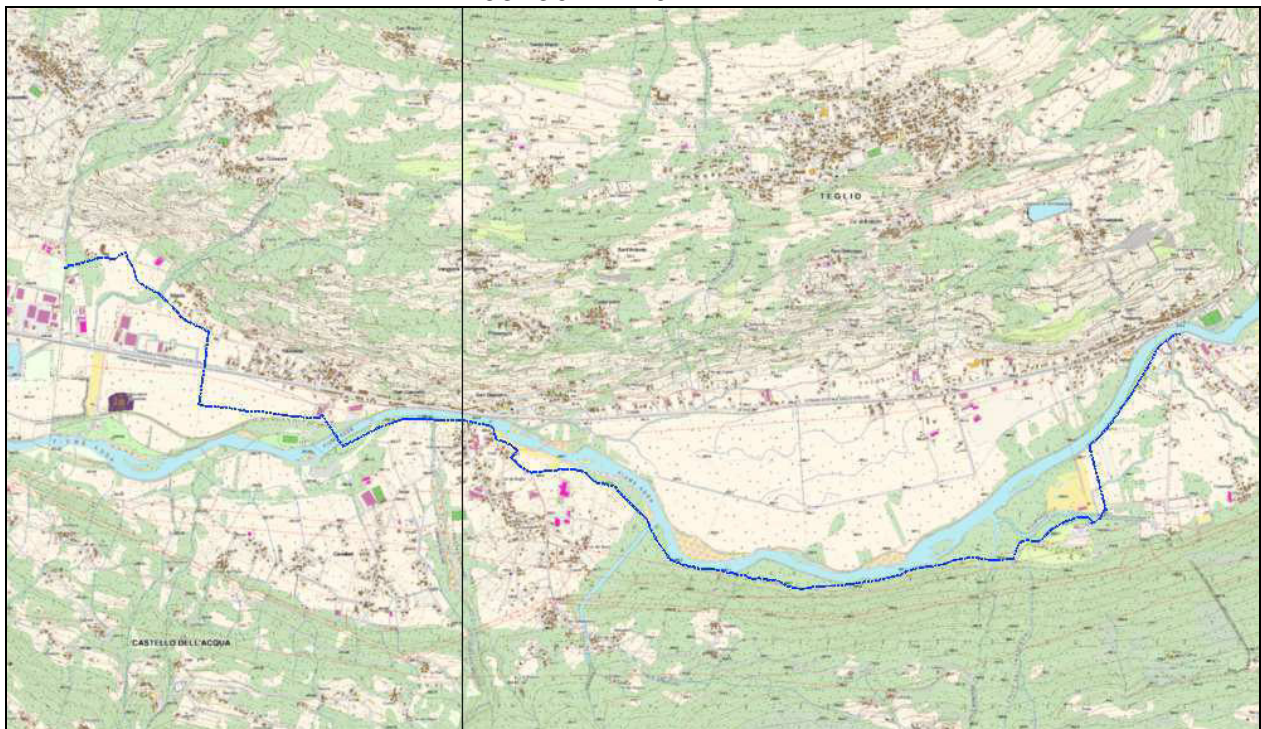
- **D.M. 14/01/2008 - N.T.C. (Norme Tecniche delle Costruzioni)**

- **D.M. LL.PP. 11/03/1988** - (opere e sistemi geotecnici) come previsto dal paragrafo 2.7 delle N.T.C.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 2 febbraio 2009
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** - Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale - Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007
- **Eurocodice 8**
- **Eurocodice 7.1** - Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. – UNI
- **Eurocodice 7.2**- Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione da prove di laboratorio - UNI
- **Eurocodice 7.3** - Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione da prove in sito – UNI
- **Leggi Regionali e Comunali** - in materia di pianificazione e vincolo idrogeologico
- **PAI** - Autorità di Bacino.

2 – Interventi in progetto

Gli interventi previsti in progetto ed oggetto della presente relazione geologica consistono nella posa di un tratto lungo circa 8300 m di nuovo metanodotto tra Chiuro e Teglio, frazione Tresenda. Lungo il tracciato, completamente interrato, è previsto un nuovo attraversamento in subalveo del Fiume Adda e l'occupazione di aree di fondovalle con piccoli manufatti di attraversamento dei torrenti e riali minori.

COROGRAFIA GENERALE



3 – Caratterizzazione geologica ed idrogeologica generale della zona d'intervento

Dal punto di vista geologico e geomorfologico il tracciato del metanodotto in progetto è localizzato sul fondovalle valtellinese ed interessa principalmente le seguenti tre unità geomorfologiche: piana alluvionale, edificio di conoide e fascia pedemontana.

In particolare nella parte iniziale e terminale il tracciato è posto all'interno della piana alluvionale del Fiume Adda, interessando rispettivamente ad ovest la sponda destra e ad est la sponda sinistra. Dal punto di vista litostratigrafico si tratta di depositi stratificati a prevalente granulometria medio-fine costituiti da alternanze litostratigrafiche di sabbie e sabbie limose con strati di ghiaie minute in matrice sabbiosa. In queste zone le situazioni di potenziale criticità sono costituite dai fenomeni di esondazione del Fiume Adda: come indicato nell'Elaborato 1.3 di progetto il tracciato risulta, infatti, in gran parte posto all'interno delle Fasce di esondazione del Fiume Adda (fascia A, B e C).

Nella parte centrale il tracciato interessa la zona distale dell'ampio conoide alluvionale del Torrente Malgina mentre ad est il tracciato termina in corrispondenza della fascia distale dei due conoidi coalescenti della Valle Belviso e Caronella. Vengono, inoltre, attraversati anche piccoli edifici di conoide di riali e torrenti minori, in parte regimati e in parte con alvei quasi totalmente naturali. Dal punto di vista litostratigrafico le aree di conoide sono costituite da depositi eterogranulari, generalmente grossolani, costituiti da ghiaie e ciottoli ben arrotondati, talvolta tra loro a contatto, in matrice sabbiosa mediamente consolidata. Come in tutte le conoidi e, in particolar modo, in quelle dei torrenti minori (piccoli bacini potenzialmente interessati da portate impulsive e flussi di detrito e fango) le condizioni di sicurezza sono strettamente legate al grado di dissesto presente nel bacino e alle dinamiche d'alveo ad esso connesso.

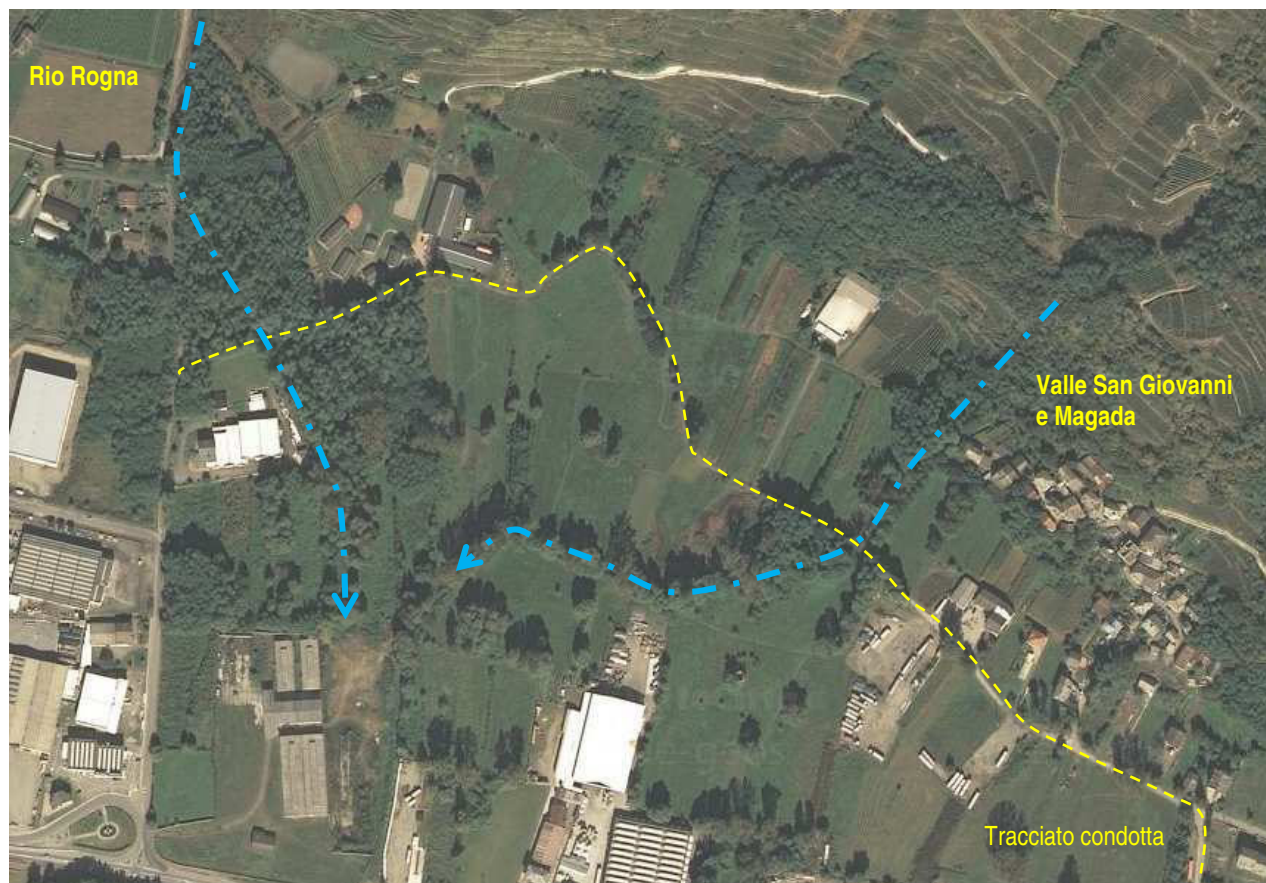
In corrispondenza della parte centrale il tracciato è posizionato nella fascia basale del versante orobico, all'interno di una stretta "striscia" di depositi misti alluvionali e detritici in sinistra idrografica del Fiume Adda. In questo tratto il fiume non è regimato ed entrambe le sponde presentano scarpate naturali periodicamente rimodellate dai fenomeni di piena. Si tratta di una zona particolarmente critica in quanto posta in fascia A di esondazione del Fiume Adda, e pertanto potenzialmente interessata da fenomeni di esondazione, e in "esterno curva e zona di battuta" della corrente.

La situazione idrogeologica di questo tratto di fondovalle valtellinese è caratterizzata dalla presenza di una falda freatica superficiale, direttamente connessa con la quota del Fiume Adda e soggetta a periodiche oscillazioni verticali legate al regime del Fiume.

4 – Analisi tracciato

4.1. – Tratto I - Chiuro – fraz. Nigola

In questo tratto iniziale, lungo circa 1000 ml, la condotta viene posata lungo il tracciato di una strada esistente interessando, dal punto di vista geologico, la fascia mediana dei due conoidi alluvionali del *Rio Rogna* e della *Valle di San Giovanni e Magada*.



Tratto I

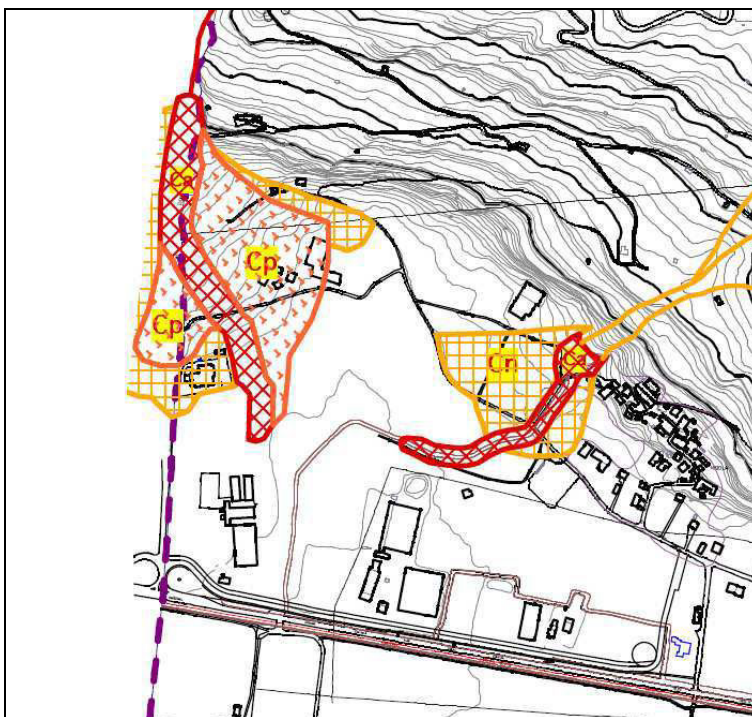
Rio Rogna

In corrispondenza dell'area di conoide il torrente scorre in un alveo debolmente inciso (sponda di circa 1,0 m) nei depositi alluvionali e non regimato. L'attraversamento della strada avviene mediante un cunettone in c.a. (foto 1) con tre tubi al piede che appare sottodimensionato per il transito della portata di massima piena indicata nell'elaborato 1.3 di progetto (*Relazione idrologico - idraulica*).

In tale situazione, in accordo anche a quanto riportato nella *Carta del dissesto con legenda PAI* del PGT (figura 1) del comune di Teglio, l'area di conoide deve essere considerata potenzialmente esondabile in caso di evento di piena eccezionale del Rio Rogna.



foto 1



TRASPORTO IN MASSA SUI CONOIDI	
	Area di conoide attivo non protetta (Ca)
	Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)
	Area di conoide non recentemente attivatasi o completamente protetta (Cn)

Figura 1 - estratto – Tavola CGP 6a - Carta del dissesto - PAI del comune di Teglio

L'attraversamento del Rio Rogna viene effettuato in subalveo, ad una profondità di 1,5 m dall'attuale fondo alveo, posizionando la condotta immediatamente a monte dell'attuale manufatto di attraversamento e prevedendo il ripristino e il prolungamento, per 2,5 m, del selciato in pietra a valle del cunettone stesso. In tal modo la condotta, completamente interrata, si trova a non influire nelle condizioni di deflusso del riale ed è protetta dal cunettone-soglia esistente; è ovvio che con tale tipologia progettuale le condizioni di sicurezza dell'attraversamento dipendono dal mantenimento in posto e in efficienza del cunettone carrabile. Considerando l'inadeguatezza idraulica dell'attuale cunettone carrabile di attraversamento della valle e il conseguente rischio di esondazione ed aggiramento della traversa, si ritiene necessario garantire un'adeguata protezione della condotta, per un tratto di almeno 10 m ad est e a ovest dell'attraversamento, mediante l'estensione del tratto "incamiciato" del tubo un suo maggiore approfondimento (al pari della prevista quota di attraversamento dell'alveo).

Valle di San Giovanni e Magada

In corrispondenza dell'area di conoide il torrente, nato dall'unione della Valle di San Giovanni e del Rio Magada, scorre in un alveo di ridotte dimensioni, debolmente inciso (sponda di circa 1,0-1,5 m) nei depositi alluvionali e non regimato. L'attraversamento della strada avviene mediante un ponte in c.a. (foto 2) che appare adeguatamente dimensionato per il transito della portata di massima piena prevista.



foto 2

Anche in questo caso l'attraversamento dell'alveo avverrà in subalveo all'interno di una piccola soglia a raso alveo posta a valle del ponte e, per 10 m a est e a ovest del ponte la condotta verrà adeguatamente approfondita e protetta.

Caratteristiche litostratigrafiche preliminari

Dal punto di vista litostratigrafico la condotta verrà posata lungo il tracciato di strade esistenti per cui, almeno nella parte più superficiale dello scavo, verranno interessati materiali rimaneggiati e di riporto con scadenti caratteristiche geotecniche, sovrapposti a depositi alluvionali di conoide.

dal piano strada ad almeno 0,5 m

LITAZONA 1 – *deposito rimaneggiato e di riporto, mediamente addensato, costituente il cassonetto della strada*

- angolo di attrito interno	ϕ	= $30 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 18 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 19 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

alla base del cassonetto stradale

LITAZONA 2 – *deposito alluvionale di conoide costituito da ghiaie in matrice sabbiosa, mediamente addensate*

- angolo di attrito interno	ϕ	= $35 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 19 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 20 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

Inquadramento idrogeologico

La zona è interessata dalla presenza di una falda freatica principale di fondovalle, regolata dal livello del Fiume Adda, che, relativamente al tratto in esame, mediamente si attesta ad una quota variabile da 353 m s.l.m. (lato est - monte) a 351 m s.l.m. (lato ovest - valle) con possibilità di risalite "ordinarie" all'interno di una fascia di 1,0-1,5 m ed eccezionali sino a raggiungere posizioni prossime al p.c. Trattandosi di una zona pedemontana inserita nella fascia di conoidi coalescenti sono, inoltre, possibili locali falde sospese legate a paleoalvei sommersi dei torrenti e alimentate dal subalveo di questi ultimi. Nella realizzazione degli scavi sarà, pertanto, da considerare la possibilità di intercettare la falda freatica.

4.2. – *Tratto II* - Fraz. Nigola – attraversamento Fiume Adda

In questo tratto iniziale, lungo circa 1200 ml, la condotta viene posata lungo il tracciato di strade e piste sterrate esistenti interessando, dal punto di vista geologico, la piana alluvionale di fondovalle del Fiume Adda. E' previsto l'attraversamento, totalmente interrato, della strada statale e della ferrovia.



Tratto II

Il tracciato è quasi totalmente posto in Fascia C di esondazione del Fiume Adda.

Caratteristiche litostratigrafiche preliminari

Dal punto di vista geologico e litostratigrafico zona in esame è completamente posta all'interno della piana alluvionale del Fiume Adda, in corrispondenza di un terreno pianeggiante costituito, negli strati superficiali, da sabbie e sabbie limose con ghiaietto.

dal piano strada ad almeno 0,5 m

LITAZONA 1 – *deposito rimaneggiato e di riporto, mediamente addensato, costituente il cassonetto della strada/pista*

- angolo di attrito interno	ϕ	= $30 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 17 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 18 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

alla base del cassonetto stradale

LITOTAZONA 2 – deposito alluvionale di fondovalle costituito da sabbie fini e sabbie limose con ghiaie

- angolo di attrito interno	ϕ	= $28 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 18 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 19 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

Inquadramento idrogeologico

La zona è interessata dalla presenza di una falda freatica principale di fondovalle, regolata dal livello del Fiume Adda, che, relativamente al tratto in esame, mediamente si attesta ad una quota variabile da 353 m s.l.m. (lato ovest) a 355 m s.l.m. (lato est) con possibilità di risalite “ordinarie” all’interno di una fascia di 1,0-1,5 m ed eccezionali sino a raggiungere posizioni prossime al p.c.. In corrispondenza dell’attraversamento della strada statale e della ferrovia la tubazione verrà posata ad una quota minima di circa 350÷350,5 m s.l.m., più bassa di almeno 2,0÷2,5 m rispetto alla prevista posizione della falda freatica. Sarà, pertanto, necessario prevedere opportuni sistemi (tipo well points) atti all’allontanamento delle acque dal cantiere in fase di scavo e lavorazione (fosse per spingitubo).

Si tratta, queste, di valutazioni preliminari effettuate sulla base dei dati a nostra disposizione e tratte dall’esame di pozzi presenti nelle vicinanze. Dati litostratigrafici e idrogeologici puntuali e più corretti possono essere tratti da una specifica indagine geognostica in sito effettuata mediante sondaggi a carotaggio continuo o prove penetrometriche dinamiche.

4.3. – Tratto III - Attraversamento Fiume Adda

All’altezza dell’abitato di San Giacomo è previsto l’attraversamento in subalveo del Fiume Adda; la tubazione verrà posata ad una profondità di circa 4,5 m dal fondo alveo, totalmente incassata nei materiali alluvionali, costituiti da ghiaie e ciottoli ben arrotondati con limitata matrice sabbiosa debolmente addensata, e protetta da una sorta di soglia a raso alveo in massi ciclopici larga 10,0 m e debolmente incassata. In questo tratto il fiume è completamente regimato su entrambe le sponde con scogliere in massi ciclopici (foto 3) che verranno ripristinate al termine dei lavori.



Attraversamento F. Adda



foto 3

Considerate le previste profondità di posa della tubazione e l'assetto idrogeologico dell'area i lavori verranno effettuati in gran parte sottofalda richiedendo, quindi, la predisposizione di adeguate misure atte all'allontanamento delle acque per consentire la realizzazione dei lavori in sicurezza.

deposito alluvionale di alveo costituito da ghiaie e ciottoli ben arrotondati con scarsa matrice sabbiosa poco consolidata

- angolo di attrito interno	ϕ	= $32 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 18 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 19 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

4.4. – **Tratto IV** - Attraversamento Fiume Adda – Torrente Margatta

In questo tratto, lungo circa 2000 ml, la condotta viene posata lungo la parte distale dei due ampi edifici di conoide, tra loro coalescenti, dei torrenti *Malgina* e *Margatta*, in corrispondenza della fascia di transizione con la piana alluvionale di fondovalle del Fiume Adda.

Tutto il tratto è posto in FASCIA A di esondazione del Fiume Adda.

Torrente Malgina

In corrispondenza dell'area di conoide il torrente scorre in un alveo in gran parte regimato con opere longitudinali in buono stato di conservazione. In particolare nel tratto a monte del ponte di q. 368 m s.l.m. il torrente scorre in un alveo ampio e regimato con argini in c.l.s. (foto 4); nel tratto a valle, invece, la sezione si riduce e le arginature terminano

prima della confluenza nel Fiume Adda. La condotta attraverserà il torrente circa 20 ml a monte della confluenza in corrispondenza di un tratto di alveo stabile e non regimato con opere longitudinali; la confluenza in F.Adda è stabilizzata da una soglia di fondo a raso alveo in massi ciclopici (foto 5).



foto 4



foto 5

L'attraversamento avverrà in subalveo, ad una profondità di 3,0 m dall'attuale quota di fondo; entrambe le sponde verranno protette, per un tratto di 25 ml, con scogliere in massi ciclopici. Con tale tipologia di attraversamento le condizioni di sicurezza della condotta sono garantite dalla stabilità del profilo di fondo dell'alveo dettata dalla quota di testa della soglia a raso alveo presente in confluenza Adda.

In base a quanto riportato nella *Carta del dissesto con legenda PAI* del PGT (figura 2) del comune di Teglio, in corrispondenza del previsto tracciato della condotta non sono presenti vincoli o situazioni di dissesto legate al "trasporto in massa sui conoidi" che, invece, interessano la parte a sud (a monte) del conoide per una fascia immediatamente limitrofa all'alveo, per una larghezza variabile da 20 a 150 ml per lato, che è considerata potenzialmente esondabile in caso di evento di piena eccezionale del Torrente Malgina.

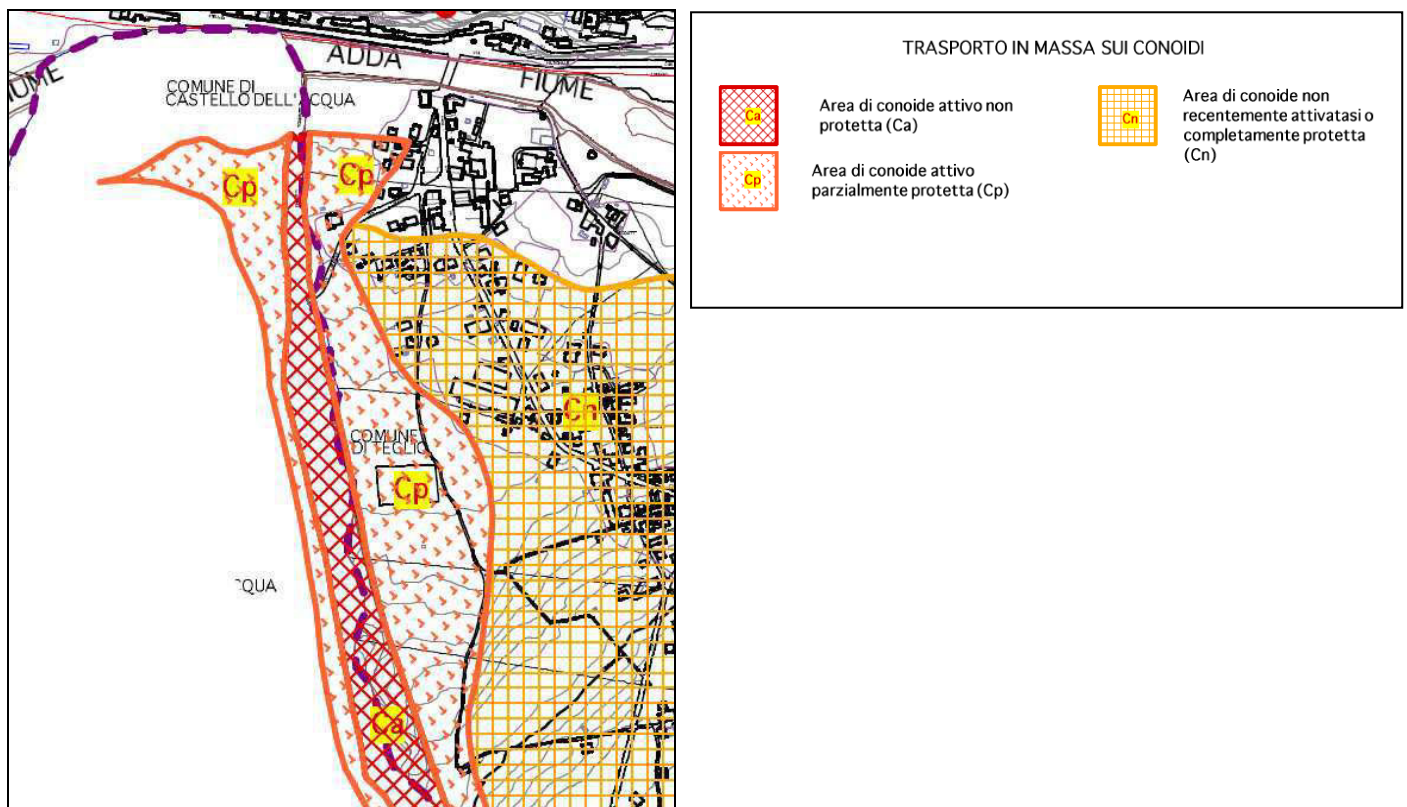


Figura 2 - estratto – Tavola CGP 6a - Carta del dissesto - PAI del comune di Teglio

Caratteristiche geotecniche depositi alluvionali:

deposito alluvionale di alveo e conoide costituito da ghiaie e ciottoli ben arrotondati con matrice sabbiosa mediamente consolidata

- angolo di attrito interno $\phi = 34 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale $\gamma_n = 19 \pm 1 \text{ kN/mc}$
- peso di volume saturo $\gamma_s = 20 \pm 1 \text{ kN/mc}$
- coesione $C = 0$

Attraversamento conoide Margatta-Malgina

Nel tratto successivo la condotta verrà posata lungo un tracciato che segue in gran parte strade esistenti, attraversando, mediante una scavo a cielo aperto in trincea, la strada comunale di San Giacomo. Dal punto di vista litostratigrafico la zona è interessata da uno strato superficiale di materiali rimaneggiati e di riporto (cassonetto stradale) a cui seguono depositi alluvionali in posto.

dal piano strada ad almeno 0,5 m

LITAZONA 1 – deposito rimaneggiato e di riporto, mediamente addensato, costituente il cassonetto della strada/pista

- angolo di attrito interno $\phi = 28 \pm 2^\circ$

- peso di volume naturale	γ_n	= 17 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 18 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

alla base del cassonetto stradale

LITAZONA 2 – deposito alluvionale di conoide e fondovalle costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa mediamente addensata

- angolo di attrito interno	ϕ	= $35 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 19 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 20 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

Per raggiungere le previste profondità di posa della tubazione sarà necessario eseguire uno scavo di sbancamento che avrà un'altezza massima di circa 3,0 m dal piano strada.

- I fronti di scavo dovranno essere profilati realizzando scarpate che dovranno avere un'inclinazione massima di 40° . Tale angolo considera la presenza di un valore di coesione apparente che rende possibile, per limitati periodi (pochi giorni privi di precipitazioni) la realizzazione di scarpate con inclinazioni superiori agli angoli di natural declivio dei terreni. Per inclinazioni superiori delle scarpate sarà necessario prevedere il posizionamento di adeguate opere di sostegno dei fronti.
- Le operazioni di scavo dovranno essere eseguite nel più breve tempo possibile senza interruzioni di alcun tipo se non dovute a particolari problematiche riscontrate nell'esecuzione dei lavori. L'Impresa esecutrice non dovrà in alcun modo sospendere le operazioni di scavo senza aver preventivamente messo in sicurezza i fronti.
- Per tutta la durata dei lavori si dovrà provvedere alla completa copertura dei fronti mediante la posa di teli impermeabili che dovranno essere adeguatamente ancorati alla sommità dello scavo.
- Gli scavi dovranno essere realizzati in totale sicurezza adottando tutte le cautele finalizzate alla sicurezza degli operatori. In particolare si dovrà aver cura di profilare correttamente i fronti, eliminare gli eventuali blocchi e/o trovanti presenti lungo le scarpate e depositare il materiale di scavo lontano dal ciglio sommitale delle scarpate.

Per quanto attiene la situazione idrogeologica, la superficie piezometrica in genere si mantiene a quote più basse rispetto al piano di posa della condotta per cui non si determina interferenza con la falda idrica.



foto 6

Torrente Margatta

L'attraversamento del Torrente Margatta avviene in subalveo, immediatamente a monte della briglia carrabile di attraversamento (foto 7). Nella situazione attuale la briglia è completamente colma di materiale alluvionale che si è depositato a tergo della stessa ostruendone le due finestre; l'acqua scorre infatti al centro della gaveta a corda molle. Il materiale alluvionale trascinato a valle dal torrente nel corso di un recente evento di piena ed accumulato a tergo della briglia ha causato un marcato sovralluvionamento del tratto di alveo situato immediatamente a monte della traversa con riduzione dei franchi di sicurezza su entrambe le sponde; tale materiale, almeno nella sua frazione più fine, viene progressivamente eroso dalle acque di morbida del torrente (foto 9) sino al raggiungimento del suo profilo di equilibrio che, con le due aperture completamente ostruite, si attesta sulla testata della gaveta.



foto 7



foto 8



foto 9

Nella *Carta del dissesto con legenda PAI* del PGT (figura 3) del comune di Teglio, parte del conoide del Torrente Margatta viene considerata ancora attiva e potenzialmente alluvionabile. In particolare in sponda destra è presente un'area a rischio idrogeologico molto elevato (ZONA 1 PS 267 – Z1) che si estende sino al piede del versante orobico, mentre in sponda sinistra viene individuata un'area a rischio idrogeologico elevato (ZONA 2 PS 267 – Z2) che raggiunge il centro del conoide.

L'attraversamento dell'alveo e la parte di tracciato situata su entrambe le sponde nelle vicinanze dello stesso deve, pertanto, essere considerata potenzialmente interessata da fenomeni alluvionali da parte del Torrente Margatta. In tale situazione le condizioni di sicurezza dell'attraversamento vengono garantite dal mantenimento in efficienza del cunettone-briglia di attraversamento che costituisce un punto fermo nella stabilizzazione del profilo di fondo dell'alveo. Per ulteriore sicurezza, anche nei confronti delle operazioni di svaso e pulizia d'alveo, al pari del T. Malgina sarà necessario posizionare la tubazione ad una profondità di almeno 3,0 m dalla base delle finestre della briglia prevedendo l'"incamiciatura" del tubo all'interno di un tubo in acciaio rinforzato anche nella parte inclinata della curva.

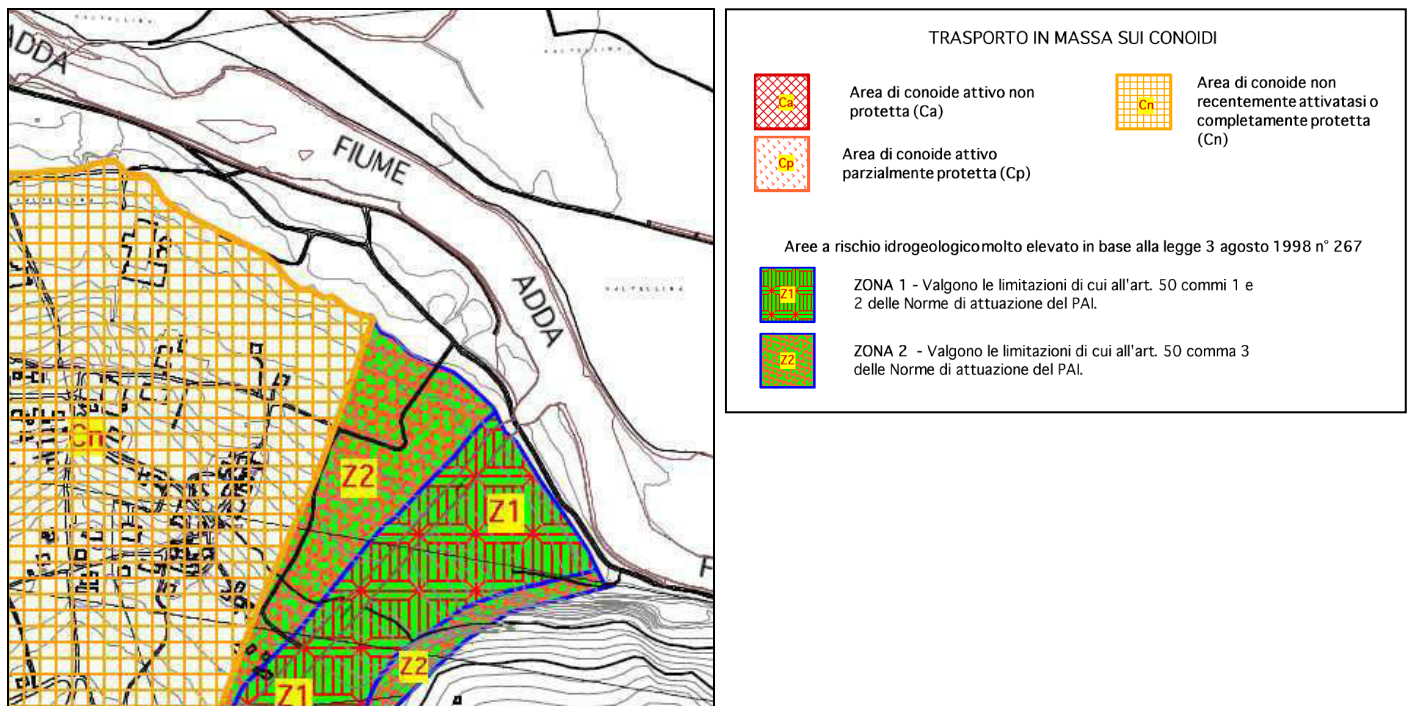
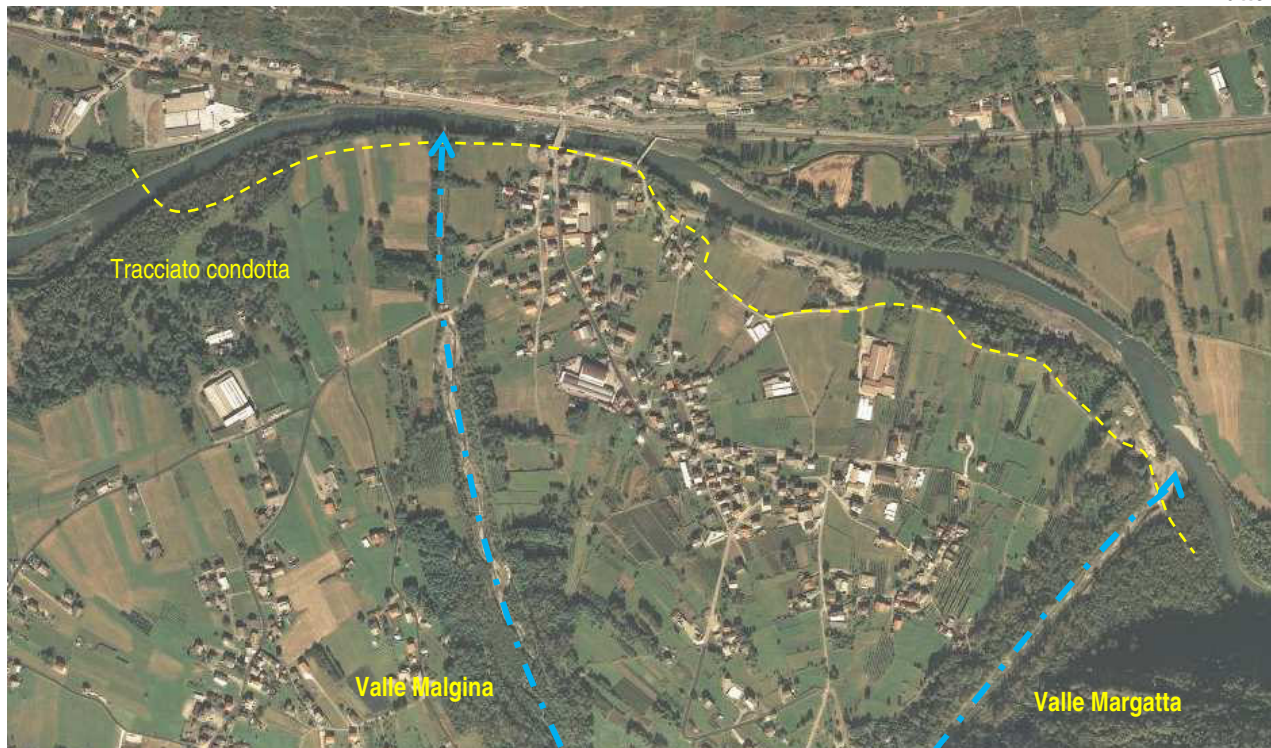


Figura 3 - estratto – Tavola CGP 6a - Carta del dissesto - PAI del comune di Teglio

Tratto IV



Caratteristiche litostratigrafiche dei depositi alluvionali:

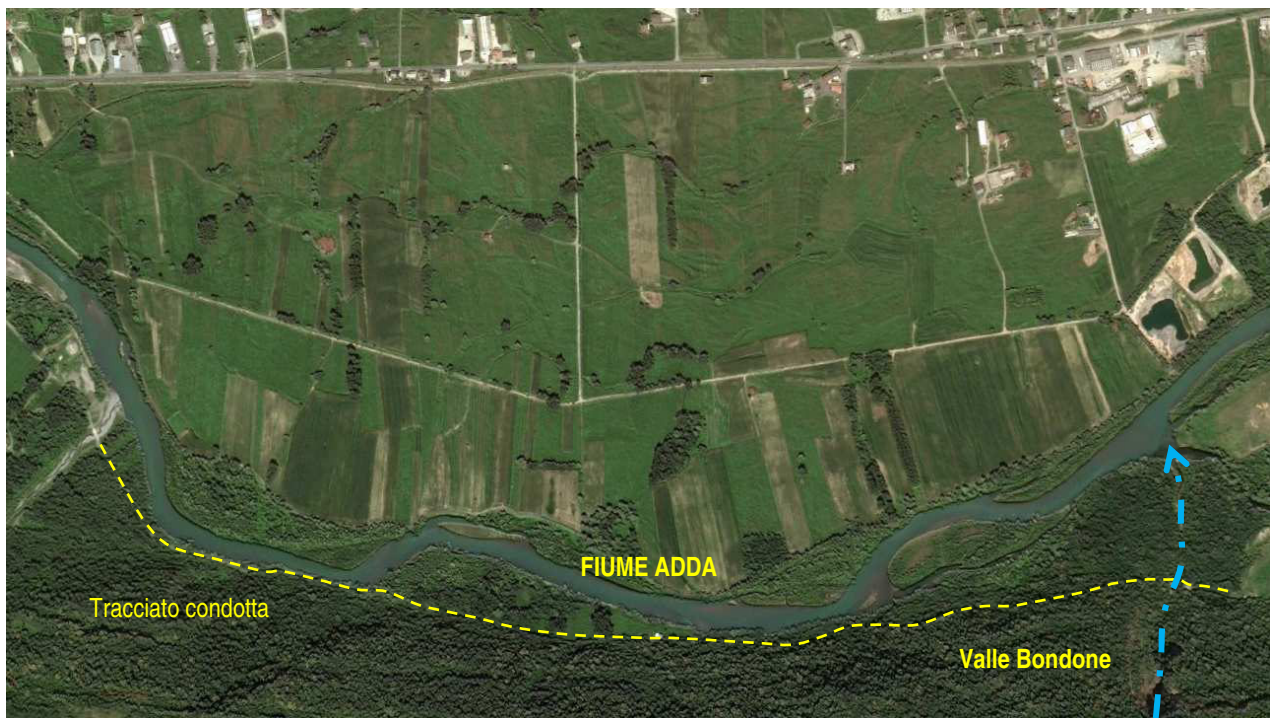
deposito alluvionale di alveo e conoide costituito da ghiaie e ciottoli ben arrotondati con matrice sabbiosa mediamente consolidata

- angolo di attrito interno	ϕ	= $34 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 19 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 20 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

Per quanto attiene la situazione idrogeologica, la superficie piezometrica in genere si mantiene a quote più basse rispetto al piano di posa della condotta per cui non si determina interferenza con la falda idrica.

4.5. – Tratto V - Torrente Margatta – Torrente Bondone

In questo tratto, lungo circa 2000 ml, la condotta viene posata al piede del versante orobico, in corrispondenza del tracciato di una pista sterrata in fregio alla sponda sinistra del Fiume Adda. Tutto il tratto è posto in FASCIA A di esondazione del Fiume Adda.



Tratto V



foto 10

Si tratta, questo, di una parte di tracciato molto critica in quanto la condotta verrà posata all'interno di una stretta striscia di terreno posta tra il piede del versante orobico e l'alveo attivo del Fiume Adda, in un tratto di battuta della corrente (sponda esterna di un'ampia curva del fiume) dove le sponde sono scarpate naturali prive di opere di protezione e, come tali, attive e periodicamente rielaborate dalle acque di piena del fiume (foto 10-13).



foto 11



foto 12



foto 13



Foto aerea situazione attuale

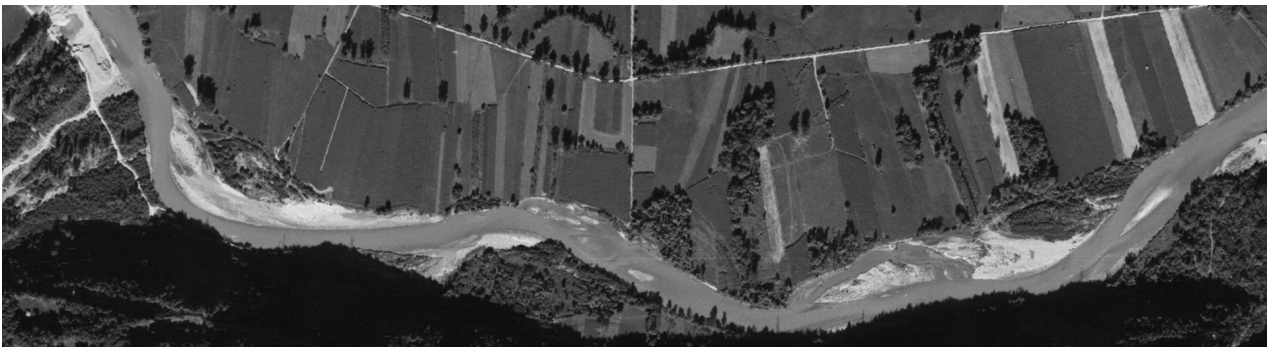


Foto aerea situazione 1988 - 1989



Foto aerea situazione 1994



Dissolvenza al 50% delle due situazioni 88- - attuale



Dissolvenza al 50% delle due situazioni 94- - attuale

Dal confronto delle fotografie aeree del 1988 e del 1994 con la situazione attuale risulta ben evidente come l'alveo del Fiume Adda si sia progressivamente spostato verso sud andando in battuta in corrispondenza della parte centrale del tratto in esame, asportando il lobo alluvionale originariamente preesistente. Dal rilievo dell'attuale sponda sinistra del F.Adda, in corrispondenza del tracciato della pista (foto 11 e 12), è infatti possibile riconoscere una marcata ondulazione che denota un'attività morfologica della stessa con alternanze di piccole scarpate in erosione progressivamente rientranti a ridurre l'attuale sedime della pista. Alla luce di queste considerazioni si ritiene, pertanto, che l'attuale scarpata sinistra del Fiume Adda, nel tratto in esame, non possa essere considerata morfologicamente stabile ma periodicamente interessata da locali rielaborazioni operate delle acque di piena del fiume Adda.

Inoltre gran parte del tratto in esame è posto in Fascia A di esondazione e, quindi, dal confronto delle quote PAI con il profilo del p.c., soggetto a fenomeni di esondazione del Fiume Adda, con un tirante d'acqua di circa 1,0 m superiore all'attuale quota del piano campagna. In tale situazione è necessario prevedere opportuni interventi che garantiscano la protezione della tubazione in caso di evento di piena del Fiume Adda e/o di progressiva erosione dell'attuale sponda sinistra. A questo scopo, si indicano le seguenti possibilità:

- Protezione della sponda sinistra del F. Adda mediante posa di una scogliera in massi ciclopici. Si tratta di un intervento, sicuramente risolutivo, ma assai costoso (circa 1000 ml di scogliera con $h = 3,0$ m) e che deve coinvolgere anche l'Autorità Idraulica competente.

- Posizionamento della tubazione immediatamente a ridosso del versante (lato di monte della pista), all'interno di un cassonetto in c.a. Nei tratti in cui è presente in affioramento o a debole profondità il substrato roccioso, il cassonetto andrà ancorato a questo mediante barrotti in acciaio, nelle altre situazione in cui la roccia non è affiorante ed è presente ad elevata profondità alla base di uno strato superficiale di depositi detritici di versante o morenici è necessario prevedere l'utilizzo di micropali. In pratica è necessario progettare questo tratto di tubazione in modo che sia in grado di autosostenersi e funzionare anche in caso di asportazione parziale o totale dell'attuale sponda sinistra del Fiume Adda in caso di evento di piena eccezionale.

Caratteristiche litostratigrafiche dei depositi alluvionali:

deposito alluvionale costituito da ghiaie e ciottoli ben arrotondati con matrice sabbiosa mediamente consolidata

- angolo di attrito interno	ϕ	= $34 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 19 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 20 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

Per quanto attiene la situazione idrogeologica, rilevata l'estrema vicinanza con il Fiume Adda di gran parte del tratto in esame, bisogna considerare, sia in fase di progettazione che, soprattutto, nel corso dei lavori di posa della tubazione, che la quota della superficie piezometrica coincide con la quota dell'adiacente pelo libero del Fiume Adda con repentine risalite in corrispondenza di eventi di piena di quest'ultimo.

Valle Bondone

L'attraversamento della Valle Bondone avviene in subalveo, immediatamente a monte della briglia carrabile di attraversamento presente (foto 14).



foto 14

Va rilevato che nella situazione attuale la briglia è completamente scalzata al piede con un solco di sovraescavazione profondo almeno 1,5 m dalla quota di fondazione della traversa (foto 14 e 15). Le acque di morbida del torrente non passano in gaveta o all'interno del tubo ma scorrono in parte sotto la briglia approfondendo, in tal modo, l'alveo e destabilizzando la traversa.



foto 15

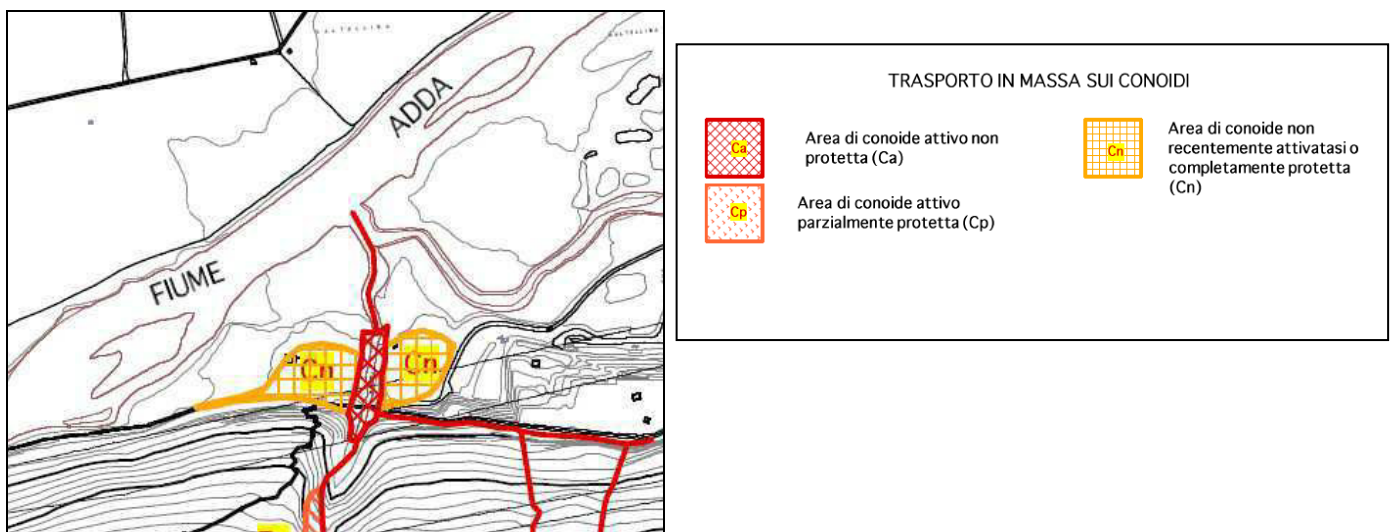


Figura 4 - estratto – Tavola CGP 6a - Carta del dissesto - PAI del comune di Tegliò

Nella Carta del dissesto con legenda PAI del PGT (figura 4) del comune di Tegliò, gran parte del conoide è posto in classe Cn – conoide non recentemente attivatosi o completamente protetto, mentre solo l'alveo e le due fasce di rispetto laterali vengono considerate Ca – conoide attivo non protetto.

In tale situazione è necessario posizionare la tubazione in subalveo ad una profondità di almeno 3,0 m dalla base della briglia e concordare quanto prima con l'Autorità Idrraulica competente un intervento di sistemazione dell'attuale

cunettone-briglia di attraversamento mediante la realizzazione di una sottofondazione con banchettone in massi ciclopici a valle del cunettone.

Caratteristiche litostratigrafiche dei depositi alluvionali:

deposito alluvionale in alveo costituito da ghiaie e ciottoli ben arrotondati con matrice sabbiosa mediamente consolidata

- angolo di attrito interno	ϕ	= $34 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 19 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 20 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

4.6. – Tratto VI - Torrente Bondone - Tresenda

In questo tratto finale , lungo circa 1900 ml, la condotta viene sul fondovalle valtellinese, totalmente in sponda sinistra del fiume Adda, all'interno dei materiali di piana alluvionale del fiume Adda e nella parte distale dell'ampio conoide alluvionale del Torrente Caronella.



Tratto VI

Gran parte del tratto è posto in FASCIA A di esondazione del Fiume Adda, mentre nella parte iniziale siamo in FASCIA B.

La condotta verrà posata lungo il tracciato di una pista già esistente che, nella parte iniziale (foto 16), lambisce gli accumuli della discarica di Saleggio interessando in parte i depositi alluvionali grossolani del conoide del Torrente Bondone e in parte i materiali alluvionali di piana alluvionale del Fiume Adda.



foto 16

In località Saleggio è previsto l'attraversamento aereo del canale artificiale denominato Rio Pradello (foto 17), effettuato posando la condotta tra il vecchio e il nuovo ponte, appoggiata a due nuovi sostegni in c.a. Si tratta di un manufatto che non incide in alcun modo con le condizioni di deflusso del canale in quanto si mantiene inserito all'interno della sagoma dell'impalcato del ponte.



foto 17

Le fondazioni dei due nuovi appoggi della tubazione, in sponda destra e sinistra del canale, andranno ad interessare materiali alluvionali rimaneggiati dai lavori di costruzione del canale e dei ponti e dovranno, quindi, essere ben incassate nelle sponde e appoggiate ad una quota corrispondente all'attuale fondo canale.

Caratteristiche litostratigrafiche dei depositi alluvionali:

deposito alluvionale in parte rimaneggiato costituito da sabbie e ghiaie in matrice sabbiosa poco consolidata

- angolo di attrito interno	ϕ	= $28 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 17 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 19 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

Nella parte successiva la tubazione raggiunge l'attraversamento del Torrente Caronella seguendo il tracciato di una pista totalmente inserita nella piana alluvionale del Fiume Adda. Esaminando il tratto di strada che lambisce la sponda sinistra del fiume (foto 18) si rileva come la stessa sia in gran parte naturale, non regimata, colonizzata da piante e arbusti e sostanzialmente stabile rispetto alla situazione di circa 20 anni fa (esame con foto aeree del 1988).



Foto aerea situazione 1988



Foto aerea situazione attuale

Trattandosi di una sponda non protetta sono presenti locali scarpate, tratti in erosione evidenziati da piccole rientranze che lambiscono il manto stradale. Al fine di proteggere la tubazione dalla naturale evoluzione delle sponde del fiume sarà, comunque, necessario posare la tubazione lungo il lato di monte (est) della strada allontanandola il più possibile dal fiume.

Caratteristiche litostratigrafiche dei depositi alluvionali:

deposito alluvionale di fondovalle costituito da sabbie e ghiaie e ciottoli ben arrotondati con matrice sabbiosa mediamente consolidata

- angolo di attrito interno	ϕ	= $30 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 19 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 20 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

Per quanto attiene la situazione idrogeologica, rilevata l'estrema vicinanza con il Fiume Adda di gran parte del tratto in esame, bisogna considerare, sia in fase di progettazione che, soprattutto, nel corso dei lavori di posa della tubazione, che la quota della superficie piezometrica coincide con la quota dell'adiacente pelo libero del Fiume Adda con repentine risalite in corrispondenza di eventi di piena di quest'ultimo.



foto 18

Valle Caronella

L'attraversamento della Valle Caronella avviene aereo con la tubazione attaccata al lato di valle del ponte esistente (foto 19, attualmente in corrispondenza del lato di monte è attaccata la tubazione della fogna).

Nel tratto terminale sul conoide e sino alla confluenza nel F. Adda il torrente scorre in un alveo completamente regimato all'interno di argini subverticali in cls in buono stato di conservazione.



foto 19



foto 20

Nella *Carta del dissesto con legenda PAI* del PGT del comune di Teglio (figura 5), gran parte del conoide è posto in classe *Cn* – *conoide non recentemente attivatosi o completamente protetto*, mentre solo l'alveo e le due fasce di rispetto laterali vengono considerate *Ca* – *conoide attivo non protetto*. Nella parte di apice conoide è stata individuata un'area *Cp* – *conoide attivo, parzialmente protetto*.

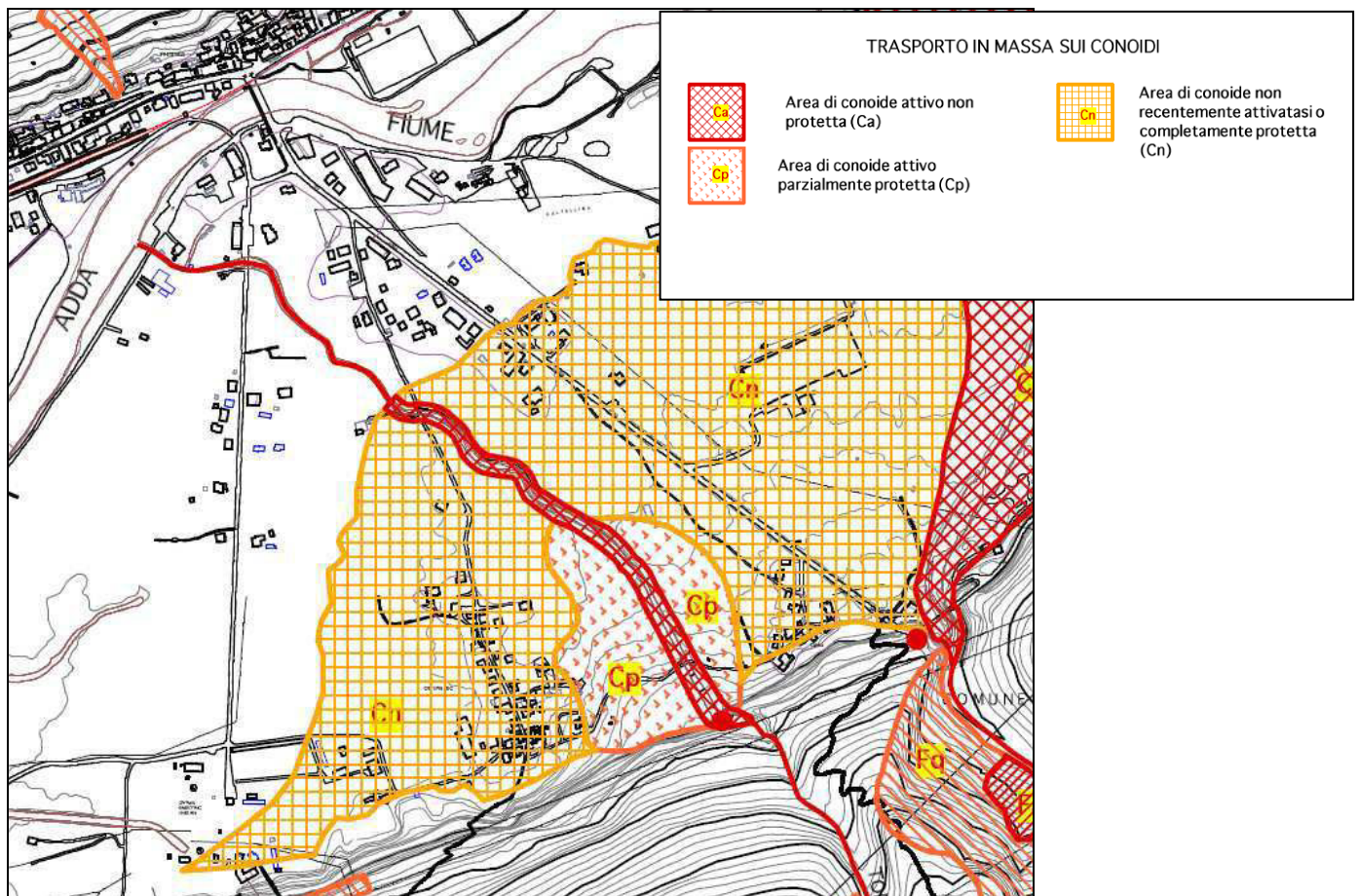


Figura 5 - estratto – Tavola CGP 6a - Carta del dissesto - PAI del comune di Teglio

Nella parte finale, l'attraversamento della S.S. 39 dell'Aprica verrà effettuato totalmente interrato con la tecnica dello spingitubo con pozzo di spinta posizionato lungo il lato est della strada. A protezione dei fabbricati presenti sul lato ovest della strada è previsto il posizionamento di una batteria di micropali L = 10 m con cordolo in c.a. di collegamento in testa (foto 21).

Dal punto di vista geologico l'area è posizionata in corrispondenza della parte distale dell'ampio conoide alluvionale del Torrente Caronella, in corrispondenza della fascia di transizione con i materiali a granulometria medio-fine che costituiscono la piana alluvionale del Fiume Adda. Per cui, dal punto di vista litostratigrafico, si ha una situazione caratterizzata da uno strato superficiale di materiali rimaneggiati e di riporto costituenti il cassonetto stradale a cui seguono terreni eterogranulari di origine alluvionale costituiti dalle alternanze litostratigrafiche di sabbie e ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa mediamente consolidati.

dal piano strada ad almeno 0,5 m

LITAZONA 1 – *deposito rimaneggiato e di riporto, mediamente addensato, costituente il cassonetto della strada/pista*

- angolo di attrito interno	ϕ	= $28 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 17 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 18 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

alla base del cassonetto stradale

LITAZONA 2 – *deposito alluvionale di conoide e fondovalle costituito da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa mediamente addensata*

- angolo di attrito interno	ϕ	= $35 \pm 2^\circ$
- peso di volume naturale	γ_n	= 19 ± 1 kN/mc
- peso di volume saturo	γ_s	= 20 ± 1 kN/mc
- coesione	C	= 0

Per quanto attiene la situazione idrogeologica, rilevata l'estrema vicinanza con il Fiume Adda, bisogna considerare, sia in fase di progettazione che, soprattutto, nel corso dei lavori di posa della tubazione, che la quota della superficie piezometrica coincide con la quota dell'adiacente pelo libero del Fiume Adda con repentine risalite in corrispondenza di eventi di piena di quest'ultimo. In particolare in questo tratto si può assumere una quota media del pelo libero del fiume corrispondente a 372-373 m s.l.m., prossima alla quota di riferimento 372.40 m s.l.m. che è la quota della base dello scavo.

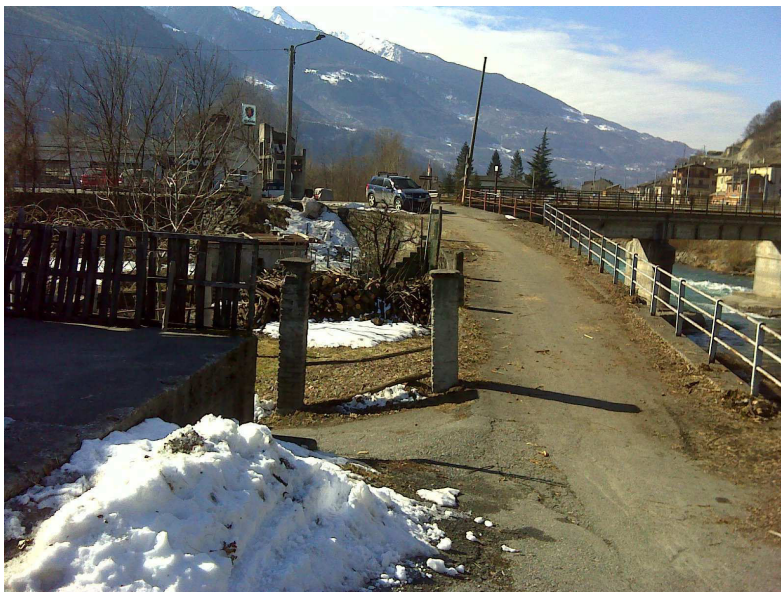


foto 21

5 – Sismicità dell'area

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Si precisa, pertanto, che la suddivisione del territorio in zone sismiche con grado di pericolosità crescente da 4 a 1, prevista ai sensi dell'o.p.c.m. 3274/03, individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento e delle metodologie di calcolo da utilizzare. Il comune di Teglio è stato inserito in Zona sismica 4.

Si riporta nel seguito, solo a livello indicativo, la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Ubicazione sito (baricentrica):	Lat. 46.157570 Long. 10.035698
Classe d'uso dell'edificio (par. 2.4.2. NTC 2008)	II
Coeff. C_u (Tabella 2.4.II)	1,0
Vita nominale dell'opera V_n	50 anni
Periodo di riferimento $V_r = V_n * C_u =$	50 anni
Categoria di sottosuolo (Tabella 3.2.II)	D
Categoria topografica	T1

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Annessi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Map data ©2013 Google - Termini e condizioni d'uso
 46.15757, 10.035698

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c [*] [s]
Operatività (SLO)	30	0,026	2,547	0,180
Danno (SLD)	50	0,033	2,559	0,202
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,082	2,537	0,271
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,106	2,550	0,279
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss [*] Amplificazione stratigrafica	1,80	1,80	1,80	1,80
Cc [*] Coeff. funz categoria	2,95	2,78	2,40	2,37
St [*] Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,009	0,011	0,027	0,046
kv	0,004	0,005	0,013	0,023
Amax [m/s ²]	0,464	0,588	1,455	1,874
Beta	0,180	0,180	0,180	0,240

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.
 (2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

CMVTG – Consorzio della Media Valtellina per il Trasporto del Gas
 PROGETTO RETE DI TRASPORTO GAS METANO III[^] SPECIE TRA CHIURO e TEGLIO (F.ne Tresenda)
 I^o Lotto metanodotto Chiuro - Tirano
 RELAZIONE GEOLOGICA