

# 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<sup>A</sup> SPECIE  
TRA CHIURO E TEGLIO (F.ne Tresenda)  
1° LOTTO METANODOTTO DN 350  
CHIURO-TIRANO**

# 1.1

## RELAZIONE TECNICA



**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 F712O e-mail: info@ingmarcoriva.com

**Studio**  
**Tecnico**  
Dott. Ing. Marco Riva

# INDICE

1	PREMESSA	3
2	CRITERI DI SCELTA DEL TRACCIATO	4
3	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO	5
4	DESCRIZIONE DEI VINCOLI	7
5	CONSIDERAZIONI SULLA FATTIBILITA' AMBIENTALE	10
6	SCELTE PROGETTUALI	12
6.1	Definizione delle caratteristiche della condotta	12
6.1.1	Definizione del diametro della condotta	12
6.1.2	Materiale della condotta	12
6.1.3	Spessore della condotta	12
6.2	Sezionamento in tronchi	13
6.3	Collaudo idraulico, collegamento e controllo della condotta	13
7	CARATTERISTICHE DELL'OPERA	14
7.1	Linea	15
7.1.1	Tubazioni	15
7.1.2	Protezione anticorrosiva	15
7.1.3	Fascia di asservimento	16
7.1.4	Principali attraversamenti e parallelismi	16
7.1.5	Valvole di intercettazione di linea	23
8	PROBLEMATICHE RELATIVE ALLA SICUREZZA	24
9	IMPORTO LAVORI E QUADRO ECONOMICO	25
10	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	26
11	ALLEGATA DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOPRALLUOGO	28

**PREMESSA**

La progettazione del metanodotto di 3<sup>a</sup> specie tra i comuni di Chiuro e Teglio (F.ne di Tresenda), rappresenta la prosecuzione dei tratti Colorina – Albosaggia e del tratto Albosaggia – Chiuro, ricadenti entrambi nel territorio della C. M. Valtellina di Sondrio.

Il metanodotto in esame rientra in un quadro generale di metanizzazione della Valtellina, che, approvvigionandosi al punto di arrivo del gasdotto Snam Rete Gas a Berbenno, prevede il trasporto del metano fino all'Alta Valle (Bormiese e zona di Livigno).

Per questo motivo il metanodotto in progetto dovrà essere dimensionato per poter sopperire, oltre ai bisogni dei comuni ricadenti nella comunità Montana Valtellina di Tirano, anche di quelli dell'Alta Valle.

Il progetto prevede come partenza il limite della C.M. Valtellina di Sondrio con quella di Tirano, a confine del Comune di Chiuro, e come punto di arrivo la frazione di Tresenda nei pressi della passerella ciclo-pedonale, nel comune di Teglio, attraversando i territori dei comuni di Teglio e Castello dell'Acqua.

La progettazione, considerati i severi vincoli esistenti sia dal punto di vista oro-idrografico che normativi, è stata rivolta alla ricerca della alternativa di tracciato più valida, sia dal punto di vista ambientale, che dei costi sociali e tecnico-economico.

## 2 CRITERI DI SCELTA DEL TRACCIATO

Il metanodotto deve collegare siti ubicati sul fondovalle, prevedendo la possibilità di derivazione per i vari comuni attraversati, i cui nuclei abitativi e aree artigianali - industriali principalmente allineati lungo la piana dell'Adda, fatta eccezione dell'abitato di Teglio che si sviluppa lungo il versante Retico. Per questo motivo la direttrice di tracciato è stata ricercata essenzialmente lungo tale allineamento.

I vincoli principali di cui si è dovuto tenere conto nella valutazione delle alternative e che hanno portato alla scelta del tracciato su cui si è sviluppata la progettazione, oltre il rispetto delle distanze di normativa dalle abitazioni, sono i seguenti:

- **Ferrovia Sondrio-Tirano:** la condotta dai binari non può essere posata a distanza inferiore di 20 m (in accordo con il D.M. 2445 del 23/02/1971), a meno di una eventuale deroga da parte di FS, che può essere concessa in casi eccezionali fino a distanze non inferiori a 10 m.
- **S.S. n° 38:** lungo l'asta della strada si sono sviluppati nuclei abitati quali S. Giacomo e Tresenda, nonché lunghi allineamenti di abitazioni e costruzioni artigianali con accesso diretto dalla strada statale. Sotto la sede stradale esiste una fitta rete di sottoservizi (acquedotti, fognature, Enel, Telecom)
- **sottostazioni elettriche:** dalle quali è necessario mantenere adeguata distanza di sicurezza
- **condotta fognaria consortile:** tubazione di diametro  $\varnothing$ 800 mm che percorre il fondovalle nel tratto primo tratto di interesse, dal quale il metanodotto manterrà una distanza di sicurezza pari a 2,00 m.
- **morfologia dei luoghi:** con presenza di versanti acclivi che bordano il fondovalle sia in destra che in sinistra orografica e la presenza della falda acquifera del F. Adda in tutto il tracciato di progetto (ad esclusione della Fraz. Nigola nel primo tratto a monte della SS.38 nel comune di Teglio)

Inoltre nella scelta del tracciato ci si è basati sui seguenti criteri generali di buona progettazione:

- minimizzare la lunghezza del percorso compatibilmente con i vincoli esistenti e le esigenze funzionali di distribuzione del gas,
- individuare il tracciato in base alla possibilità di ripristinare le aree attraversate riportandole alle condizioni morfologiche e di uso del suolo preesistenti l'intervento, minimizzando l'impatto sull'ambiente (gli interventi prodromi e postumi alle lavorazioni, saranno eseguiti facendo largo uso di tecniche di ingegneria naturalistica, mediante l'impiego di legname, piantagioni e seminagioni varie);
- transitare il più possibile in adiacenza, o lungo, le strade di bassa gerarchia esistenti, limitando l'attraversamento di zone a destinazione agricola, e di aree comprese in piani di sviluppo urbanistico e/o industriale;
- limitare o meglio evitare le percorrenze di strade statali sia per le difficoltà di ottenimento dei permessi, sia per l'elevato onere economico derivante dal ripristino e dalla interruzione o limitazione del traffico causa l'assenza di percorsi alternativi in fondovalle, oltre al fatto che le strade statali sono densamente percorse da sottoservizi (vedi tratto S. Giacomo – Tresenda);
- evitare zone franose o suscettibili di dissesto idrogeologico;

- minimizzare gli attraversamenti fluviali del Fiume Adda, localizzando quelli indispensabili nei tratti dove la dinamica fluviale lo permette;
- interessare il meno possibile zone boscate e zone di colture pregiate;
- ridurre al minimo i vincoli alle proprietà private determinati dalla servitù del metanodotto, utilizzando, per quanto possibile, i corridoi di servitù già costituiti da altre infrastrutture esistenti (in particolare le strade, preferibilmente quelle a bassa gerarchia)
- garantire al personale preposto all'esercizio ed alla manutenzione la possibilità di accedere ed operare sugli impianti in sicurezza.

### 3 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO

La linea del pipe-line si sviluppa interamente sul fondovalle, interessando per il suo intero sviluppo la piana alluvionale del F. Adda, lambendo solo marginalmente gli apparati alluvionali dei torrenti tributari. La morfologia dei siti attraversati risulta pertanto assolutamente pianeggiante, interessata dalla presenza del F. Adda e da pochi altri corsi d'acqua secondari (Rio Rogna, Valle S. Giovanni, T. Malgina, T. Margatta, T. Bondone, Canale Rio Pradello, T. Caronella) e da alcuni fossi peraltro di limitata entità.

I terreni attraversati dal tracciato sono esclusivamente di natura alluvionale, per lo più sabbiosi-ghiaiosi-ciottolosi.

L'utilizzo del suolo interessato dal tracciato è a prevalente coltura seminativa (soprattutto foraggera).

Nel seguito si descrive il tracciato, schematicamente suddiviso in vari tratti omogenei.

#### Tratto dal confine di C.M. Valtellina di Tirano fino all'attraversamento del F. Adda

Il tratto di lunghezza pari a circa 2239 m si snoda quasi interamente lungo strade di bassa gerarchia, vicinali e comunali, con posa della condotta sotto la sede stradale o, quando non possibile causa la presenza di sottoservizi, in stretto parallelismo con essa.

Il tratto ha inizio con l'attraversamento su strada comunale di Via Fraccia nel comune di Chiuro e procedendo lungo le vie della Frazione di Nigola, nel comune di Teglio, si attraversa in sub-alveo il corso del T. Rio Rogna e il T. Valle S. Giovanni e Magada per poi giungere all'attraversamento congiunto della sede della SS. 38 e di quella della FS. linea Colico-Tirano, facendo ricorso alla tecnica della trivellazione con spingitubo in acciaio.

Il tratto si conclude con l'attraversamento in sub-alveo del F. Adda, localizzato circa 750 m a valle del ponte di San Giacomo, che sarà effettuato tramite la posa in scavo a cielo aperto e conseguente ripristino delle sponde e del fondo alveo, scelta non evitabile a causa della presenza in dx orografica della Linea Ferroviaria e della Strada Statale.

Lungo il tratto è previsto il primo impianto di derivazione per la Frazione di Nigola, comune di Teglio, da ubicarsi fuori terra a lato della strada.

Inoltre, nel tratto compreso tra l'attraversamento della SS.38 e del F. Adda, è presente una porzione di strada sterrata in cui la condotta del metanodotto si sviluppa parallelamente al collettore fognario ad una distanza di rispetto pari a 2,00 m, in accordo con la normativa vigente per cui non necessita di cunicolo di protezione.

### Tratto dal 1° attraversamento F. Adda fino all'attraversamento a S.Giacomo

Il tratto, lungo circa 781 m, si sviluppa per la totalità in sinistra orografica dell'Adda, parallelamente e in prossimità della sua sponda.

Lungo tale tratto si attraversa in sub-alveo il corso del T. Malgina, in prossimità della sua confluenza con il F. Adda, e la zona del ponte di San Giacomo dove, a causa della presenza di alcune abitazioni, nonché della spalla del ponte stesso, il tracciato verrà adeguatamente articolato al fine di garantirne la sicurezza nel rispetto delle distanze previste dalla normativa vigente, così come richiesto dall'Amministrazione Comunale di Teglio.

### Tratto dall'attraversamento a S.Giacomo fino alla fraz. di Tresenda

Il tratto lungo circa 5353 m, si sviluppa sul fondovalle in sinistra orografica del F. Adda, quasi interamente lungo la strada interponderale sterrata; il tracciato del gasdotto verrà articolato, ricorrendo anche a numerosi attraversamenti, in modo da mantenerlo il più possibile al di sotto della sede stradale o al massimo nelle sue immediate adiacenze. Lungo tale tratto si attraversa in sub-alveo il corso del T. Margatta, il T. Bondone, un canale di irrigazione e mediante soluzione aerea il canale artificiale Rio Pradello e il T. Caronella a Tresenda.

Essendo il tratto prevalentemente sotto la falda acquifera del F. Adda, si prevede di appesantire il metanodotto mediante cavalieri in c.a. di volume pari a 1 mc distribuiti ogni 10 m circa. Per quanto riguarda il tratto in fregio al F. Adda la tubazione sarà posata all'interno di un cassonetto in c.a. ancorato alla roccia con spezzoni in acciaio o alla copertura detritica mediante l'utilizzo di micropali.

Lungo il tracciato, al termine del parallelismo con i fabbricati esistenti, è previsto il secondo stacco per la derivazione per l'abitato di San Giacomo e per Castello dell'Acqua, quest'ultimo probabilmente non necessario in quanto già allacciato alla rete di distribuzione del Comune di Chiuro.

L'ultimo attraversamento è previsto sulla strada SS.39 per l'Aprica facendo ricorso alla tecnica della trivellazione con spingitubo in acciaio.

Inoltre, ad una distanza di circa 372 m prima dell'attraversamento della SS. 39 per l'Aprica è prevista la realizzazione del terzo stacco per un'eventuale derivazione per la fraz. Tresenda.

### Sottoservizi

La percorrenza lungo diversi tratti stradali comporta l'interferenza del metanodotto con i sottoservizi presenti, i quali sono riportati nella tav. 6.4. A tal proposito le amministrazioni comunali sono state invitate a produrre idonea documentazione al riguardo con le necessarie informazioni per consentire, ove possibile, la loro salvaguardia ma, soprattutto, per predisporre un piano di continuità per gli utilizzi durante la fase esecutiva del cantiere. In alcuni casi sono state forniti sufficienti elementi conoscitivi, in altri non sono pervenuti i dati richiesti. Per le strutture in superficie o aeree (linee elettriche, telefoniche) si è preso atto della loro posizione con assunzione di tutte le implicazioni che la loro presenza comporta nella realizzazione dell'opera a progetto. Per gli impianti interrati, la cui presenza risulta in qualche modo riconoscibile attraverso caditoie, tombinature oltre che dalla documentazione progettuale disponibile, risulta più difficile individuarne l'esatta posizione. In fase esecutiva se ne dovrà individuare puntualmente l'ubicazione e, in caso di sicura interferenza se n'è dovrà prevedere il rifacimento e/o lo spostamento.

Si evidenzia, inoltre, che le informazioni riportate nella tav. 6.4, in tema di profondità e dislocazione dei cavi, delle condotte e degli impianti sotterranei, hanno valore puramente indicativo (ad es. lato destro o sinistro della strada non può essere considerato come dato affidabile) e pertanto rimane fermo l'obbligo da parte dell'impresa esecutrice dei lavori di scavo di effettuare in via preventiva assaggi a mano per la precisa individuazione degli impianti sotterranei, e ciò in virtù del principio per cui l'attività di scavo è da considerare attività pericolosa ex art. 2050 C.C., con conseguente assunzione di ogni responsabilità per gli atti illeciti commessi.

#### 4 DESCRIZIONE DEI VINCOLI

I principali vincoli che gravano sul territorio del fondovalle del F. Adda nella Comunità Montana Valtellina di Tirano, nel tratto interessato dal metanodotto, sono essenzialmente l'urbanistico, l'idrogeologico e l'ambientale che in diversa misura e con altri vincoli minori interessano l'opera in progetto. Le implicazioni sono riassunte e sintetizzate nell'approvato (PTCP) Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

Si incontrano pertanto:

- il vincolo del PAI - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po';
- il vincolo ambientale (150 m dai fiumi D.Lgs 42/2004 ai sensi dell'art. 142 lett. c);
- il vincolo idrogeologico; (tale vincolo è esterno all'area considerata)
- i vincoli Urbanistici di Piano Regolatore o P.G.T.;
- i vincoli imposti dal sistema di comunicazione (Ferrovia e Strada Statale N. 38 dello Stelvio)
- i vincoli delle linee di trasporto dell'energia elettrica (elettrodotti).

Queste normative influiscono con peso diverso ed in diverso modo nella realizzazione dell'opera allo studio ed hanno costituito un elemento determinante nella scelta del tracciato, resa difficoltosa per la sua collocazione sul fondovalle laddove sono presenti, oltre agli insediamenti urbani, la rete di comunicazione, i servizi (acquedotto, fognatura, telefono), gli elettrodotti per la distribuzione dell'energia elettrica ed il F. Adda.

La natura dell'opera e la sua collocazione, in genere interrata ad una profondità variabile tra i 0,50-1,00 m consentono di operare, nel rispetto di quanto disciplinato dalla normativa vincolistica citata.

I vincoli, che cambiano con le varie situazioni in cui viene inserito l'asse della condotta, sono:

- a) **il vincolo del PAI** che interessa, con le sue fasce esondabili, il fondovalle del F. Adda e sottolinea i diversi indici di pericolosità idraulica per le zone antropizzate o agricole interessate dai vari livelli di piena. A questo vincolo corrispondono livelli di compatibilità idraulica per manufatti e infrastrutture.
- b) **Il vincolo ambientale** che governa le aree vicine alle acque classificate pubbliche; è preordinato al controllo dei nuovi insediamenti e delle attività entro la fascia di 150 m, nel caso, dal F. Adda sulla base del D. Lgs 42/2004 ai sensi dell'art. 142 lett. c);

- c) **il vincolo urbanistico** che individua, in ciascuno dei comuni attraversati, le varie zone, le possibilità di sviluppo e di fruibilità del territorio cui sovrintende, governate dal Piano Regolatore Generale o P.G.T. Questo presenta delle peculiarità per ogni singolo comune, riguardo alle possibilità di sviluppo e alla morfologia del proprio territorio. Nel caso allo studio, questo vincolo, si rileva essere il più importante di tutti gli altri per le sue implicazioni economiche e sociali immediatamente percepite dalle popolazioni locali e quindi dalle Amministrazioni Pubbliche.
- d) **Zone di rispetto** stradale e ferroviario. Tale vincolo ha delle implicazioni notevoli per l'opera allo studio. Ha comportato l'impegno nella scelta del tracciato più volte visto, rivisto e modificato; soprattutto per evitare tratti di percorrenza vicino alla ferrovia dove la distanza non può essere inferiore ai 20m salvo richiedere specifiche autorizzazioni all'Ente proprietario per posizionarsi a distanze comunque non inferiori ai 10m.
- e) **I vincoli di elettrodotto** per il trasporto dell'energia elettrica. Nel caso tale presenza costituisce un corridoio molto utile in cui posizionare, sotto un vincolo preesistente, un servizio come il metanodotto. Attualmente servitù relative a tali infrastrutture sono presenti in diverse parti del fondovalle; esse si estendono, nella parte aerea, per una distanza normata, dal filo più esterno dei cavi degli elettrodotti, sulla base dei kV trasportati, mentre al suolo varia in base alle convenzioni sottoscritte tra Ente proprietario dell'elettrodotto e proprietari dei fondi. La presenza di tali servitù potrebbe tradursi in una economia di territorio nella scelta del tracciato, essendo possibile posizionare l'opera in parallelo a distanza di sicurezza secondo le norme di legge vigenti (2,00 m dai basamenti dei tralicci). L'alternativa proposta predilige il parallelismo con il tracciato della fognatura comprensoriale Tirano – Teglio e con l'argine destro del F. Adda nel tratto in territorio di Villa di Tirano.
- f) **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)** strumento approvato. Sintetizza l'uso del suolo, come previsto nelle tavole di P.R.G. o P.G.T. coordinandole tra loro su scala provinciale, con alcune previsioni prescrittive.

Alla luce dei vincoli citati, si procede all'esame analitico dei tratti omogenei valutando le diverse implicazioni.

Tratto dal confine di C.M. di Sondrio alla SS. 38 e all'attraversamento della ferrovia a S. Giacomo di Teglio (Km 0,00 – 1,219):

- Il tracciato si snoda su un'area a bosco ceduo e coltivata a prato per circa 500 m, sotto la sede di una strada vicinale; attraversa, quindi, un'area destinata, nel PRG, a servizi pubblici e prosegue fino ad incrociare la strada per l'abitato di Nigola. Proseguendo verso monte (senso gas) si succedono zone agricole coltivate a prato, aree con "edifici esistenti" e zone a "verde privato". Il tratto è urbanisticamente articolato per la presenza di edifici e zone edificabili soprattutto in sx, senso gas, fino all'incrocio con la SS. 38 dello Stelvio. Sono state accolte le richieste da parte del Comune di Teglio di realizzare la condotta seguendo la sede stradale che sarà asfaltata a partire dal Km 0,149 fino al Km 0,676 fino alla SS.38.
- la zona ricade, quasi per intero, nella fascia "C" del vincolo PAI
- Il PTCP non prevede altri vincoli particolari



- Dal Km 0 al Km 0,225 è presente anche il vincolo ambientale in quanto l'area è vincolata sulla base del D. Lgs 42/2004 ai sensi dell'art. 142 lett. c) e ricade entro la fascia di 150 m dal valgello.
- Al Km 0,690 attraversa il torrente Rio Rogna e al Km 0,690 il torrente Valle S.Giovanni e Magada

Al Km. 1,219 – Attraversamento della SS. 38 e della ferrovia Colico-Tirano

- Sull'attraversamento, realizzato ortogonalmente all'asse della SS 38 e della ferrovia RFI linea Colico-Tirano, grava il vincolo di una fascia di rispetto larga 20 m lungo il lato libero della ferrovia.

Dal Km. 1,219 al Km 2,239 – a S. Giacomo di Teglio

- Il percorso si sviluppa lungo una strada di campagna sotto la quale è posizionato anche il collettore della fognatura comprensoriale Tirano / Teglio da cui si garantisce una fascia di rispetto di 2,00 m. E' in zona agricola costituita da seminativi e superfici coltivate a prato. I vincoli presenti non pongono limitazioni o problemi particolari (escluse le distanze della condotta dalla fognatura).
- Anche questo tratto rientra nella fascia "C" del vincolo PAI
- Il PTCP, non prevede altri vincoli particolari
- Dal Km 1,541 è presente il vincolo ambientale in quanto la condotta è posizionata a meno di 150 m dal F. Adda.

Al Km. 2,239 – (progressiva in asse attraversamento) è previsto l'attraversamento in subalveo del fiume Adda; si passa dalla sponda destra alla sponda sinistra orografica.

- Il PTCP, in questo tratto e su entrambe le sponde, prevede un'area di rispetto denominata "Area di naturalità fluviale" che, con allargamenti e restringimenti, interessa tutta l'asta o il tratto del F. Adda fino a Tirano.
- Questo tratto rientra nelle fasce "B ed A" del vincolo PAI.

Dal Km. 2,239 al Km 3,154 – di fronte all'abitato di S. Giacomo, tratto di percorrenza in sponda sinistra del F. Adda su aree agricole e in prossimità di zone edificate. Al Km 2,836 attraversa in sub-alveo il torrente Malgina.

Questo tratto rientra nella fascia "A" del vincolo PAI

- Il PTCP, prevede un'area di rispetto denominata "Area di naturalità fluviale".
- Al Km 3,020 attraversa la S.P. per S. Giacomo di Teglio.
- Tutto il tratto ricade in area dove è presente il vincolo ambientale citato.

Al Km. 3,617 – è prevista la deviazione sulla strada interponderale.

- Il tratto rientra in fascia "A" del vincolo PAI.
- Anche in questo segmento di tracciato si interessa "l'Area di naturalità fluviale" prevista dal PTCP su entrambe le sponde.
- Tutto il tratto ricade in area dove è presente il vincolo ambientale citato.

Dal Km. 3,617 al Km 7,298 – S. Giacomo e Tresenda di Teglio.

- Il tratto passa dalla fascia "B" alla fascia "A" del vincolo PAI dove rimane fino all'attraversamento dell'Adda.
- Al Km 4,320 attraversa il torrente Margatta, al Km 6,365 il torrente Bondone, al Km 7,096 il torrente Rio Pradello, al Km 7,252 il canale di irrigazione.
- Il PTCP prevede il vincolo di "Area di naturalità fluviale" che interessa entrambe le sponde.

- Tutto il tratto ricade in vincolo ambientale.

Dal Km. 7,358 al Km 8,373 – in Comune di Tresenda e di Teglio.

- Il metanodotto è in sponda sinistra e percorre la strada asfaltata; al Km 8,038 attraversa il torrente Caronella, lambisce alcuni fabbricati esistenti e al Km 8,296 attraversa la S.S. 39 dell'Aprica.
- In questo tratto il tracciato si sviluppa in fascia A del vincolo PAI.
- Il PTCP, anche in questo segmento, prevede il solo vincolo di "Area di naturalità fluviale".
- Tutto il tratto ricade in area soggetta al vincolo ambientale citato.

## 5 CONSIDERAZIONI SULLA FATTIBILITA' AMBIENTALE

Il tracciato del metanodotto si sviluppa interamente lungo il fondovalle del F. Adda attraversando zone esclusivamente pianeggianti costituite da terreni alluvionali incoerenti. I lavori per la sua realizzazione, consistenti principalmente nello scavo per la posa della condotta, non indurranno fenomeni di instabilità di versante e nel contempo la tubazione non subirà, anche nel tempo, sollecitazioni dovute a movimenti franosi.

Stante la posizione di fondovalle, il tracciato del gasdotto viene progettato con particolare attenzione al fine di non interferire negativamente con reticolo idrografico esistente, non modificando - quando necessario attraversare corsi d'acqua - gli attuali percorsi dei deflussi e provvedendo al ripristino delle sponde. Essendo il tracciato a partire dall'attraversamento della SS.38 prevalentemente sotto la falda acquifera del F. Adda, si prevede di appesantire il metanodotto mediante cavalieri in c.a. di volume pari a 1 mc distribuiti ogni 10 m circa. Mentre per quanto riguarda gli attraversamenti in sub-alveo sul fondovalle in sx orografica del F. Adda si presume di appesantire la tubazione mediante iniezione nel tubo guaina di cls con una consistenza fluida tipo S5.

In particolare il tracciato attraversa una volta in sub-alveo il F. Adda a S. Giacomo di Teglio e interseca sei torrenti ed alcuni fossi. Gli attraversamenti dell'Adda e dei torrenti Rio Rogna, Valle S. Giovanni, Malgina, Margatta e Bondone saranno eseguiti in sub-alveo, ad adeguata profondità e con le necessarie opere di (eventuali) ripristino e difesa, in modo che la tubazione rimarrà sempre garantita e protetta da eventuali fenomeni di scalzamento; gli altri attraversamenti del torrente Caronella e il canale artificiale Rio Pradello saranno realizzati staffati sul ponte esistente. Anche in corrispondenza dei fossi secondari la condotta sarà approfondita e comunque protetta da lastre in c.a. e le sponde dei corsi d'acqua verranno ripristinate con idonee opere di protezione.

Il tracciato attraversa nel suo sviluppo lunghi tratti classificati dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali in zona "A", "B" e "C" ; la natura stessa dell'opera in progetto, interamente sotterranea fa sì che essa non interferisca con il deflusso delle piene e che nel contempo non costituisca sottrazione della capacità di laminazione delle aree golenali in cui essa è posata: pertanto essa risulta pienamente compatibile con la dinamica idraulica del F. Adda.

Per ciò che attiene il paesaggio il metanodotto in oggetto, essendo, come sopra detto, del tutto sotto terra, non arreca danno, tenendo conto anche del fatto che le zone attraversate dal corridoio di lavoro verranno prontamente ripristinate dal punto di vista sia morfologico (ricostituzione delle sponde dei

fossi, delle scarpate, ecc.) sia vegetazionale (ripiantumazione di essenze arboree, là dove presenti associazioni spontanee come nelle fasce ripariali, ecc.) con la restituzione delle superfici alle precedenti colture.

Il danno arrecato alle colture sarà limitato in prevalenza a fasce in seminativi foraggieri, mentre si è minimizzata la percorrenza di frutteti. I danni comunque arrecati sono di natura temporanea durante la esecuzione dei lavori e saranno prontamente indennizzati.

Il tracciato, quando si sviluppa in parte in prossimità di zone abitate, è stato mantenuto a distanza di sicurezza dagli edifici in accordo con il DM 17.04.2008, cercando di posizionarlo in prossimità dei confini fra i vari mappali o entro le fasce di distanza di legge, in modo da non creare ulteriori vincoli non edificatori.

Con riferimento ai “criteri per la valutazione paesistica dei progetti”, si osserva che l’opera in progetto non interessa né il versante retico con i suoi terrazzamenti né il versante orobico con la sua lussureggiante vegetazione (castagni nella parte bassa), ma si mantiene esclusivamente sul fondovalle.

Si individuano gli ambiti e i siti esemplificativi dei caratteri costitutivi del paesaggio locale interessato dal tracciato, nelle seguenti componenti:

- **Componenti del paesaggio naturale:** ambito di vegetazione ripariale residua del fondovalle, boscine presenti nei punti di attraversamento del F. Adda e lungo le sue sponde, interessate dal tracciato della condotta.
- **Componenti del paesaggio agrario:** ambiti con culture di foraggio (prato) e seminativi.
- **Componenti del paesaggio storico-culturale:** non si riscontrano aree di particolare o singolare rilevanza storica, dato per acquisito che tutto il fondovalle della Valtellina ha partecipato, agli eventi della storia locale e lombarda, quale terreno fisico sul quale e attraverso il quale si sono svolti i fatti storici (migrazioni dal nord Europa) quale percorso intervallivo verso la Svizzera (Val Poschiavo) e verso il Trentino e l’alto Adige (Aprica o Stelvio); non si interessano rilevanti centri o nuclei storici, aree note di insediamenti o impianti di lavorazione di tradizione storica. Particolare attenzione dovrà essere posta nell’attraversamento del canale anticarro in Comune di Castello dell’Acqua. Si può affermare che, a memoria di persona vivente o di scritti storico-letterari, la zona interessata dall’intervento non risulta essere stata oggetto di operazioni belliche, quindi improbabile il rinvenimento di residuati.
- **Componenti e caratteri percettivi del paesaggio:** la tubazione del gasdotto è interamente interrata, motivo questo per il quale essa non determina in generale alcun impatto visivo sul paesaggio. Fanno eccezione: gli impianti di linea, di limitatissime dimensioni e di scarsa visibilità inseriti per lo più nel paesaggio agrario e mascherabili con opportuna vegetazione.

**Alla luce di quanto rilevato, tenuto conto che il progetto riveste carattere di pubblica utilità, è possibile sinteticamente concludere che, per i vincoli operanti sul territorio, l’opera è fattibile e risulta compatibile, previa l’acquisizione dei necessari permessi autorizzativi.**

## **6 SCelte PROGETTUALI**

### **6.1 Definizione delle caratteristiche della condotta**

#### **6.1.1 Definizione del diametro della condotta**

Il diametro della condotta, che alimenta il metanodotto in esame, è DN 350 (14").

A monte dell'inizio del tratto in progetto è già prevista una stazione trappole di lancio dei pigs sulla suddetta condotta DN 350.

Poiché l'estensione del metanodotto Chiuro-Teglio (F.ne Tresenda) è di soli 8,373 km, si è ritenuto opportuno mantenere il diametro DN 350 per tutta la lunghezza della condotta.

Tale scelta consente di trasferire, con il secondo lotto del progetto metanodotto Chiuro-Tirano, tutta la portata a Tirano, consegnata ai limiti di batteria di monte, nell'ipotesi estrema improbabile di nessun spillamento intermedio, garantendo così una maggiore capacità di trasporto per eventuali incrementi di consumo futuro.

Al contrario, un'eventuale riduzione di diametro (DN 300) richiederebbe la realizzazione di una stazione di ricevimento e lancio PIG in prossimità del limite di batteria di monte (in territorio di Chiuro).

La stazione di ricevimento PIG di Tirano rappresenterà il punto di partenza del successivo tratto, il cui diametro potrà venire dimensionato sulla base delle portate da convogliare verso Bormio.

#### **6.1.2 Materiale della condotta**

Il materiale previsto per il gasdotto è l'acciaio API 5L – X52, le cui caratteristiche sono equivalenti al Fe 410 previsto per il tratto di monte.

La scelta del API 5L X52 è, però, motivata dal più facile e dunque più conveniente approvvigionamento, risultando questo un materiale di più comune utilizzo (infatti è usualmente utilizzato da Snam, Agip, Edison, etc.).

#### **6.1.3 Spessore della condotta**

In accordo al D.M. 24.11.1984, la pressione di progetto delle condotte di 3° specie è pari a 12 bar. Inoltre lo spessore minimo ammesso dal D.M. 24/11/1984, per i tubi DN 350, è 4,5 mm.

Per uniformità con il tratto di monte, nonché per ragioni costruttive, in particolare per preservare i tubi da ovalizzazioni durante le operazioni di trasporto, posa e reinterro, è stato scelto lo spessore di 6,4 mm.

Il materiale e lo spessore previsto garantiscono, dunque, ampiamente la sicurezza dell'impianto, potendo sopportare nel rispetto del coefficiente di sicurezza fissato dal D.M. 24.11.1984 una pressione superiore di 3 volte la pressione di progetto.

Ne consegue che il coefficiente di sicurezza effettivo è pari a 10.7.

## **6.2 Sezionamento in tronchi**

In accordo al D.M. 24.11.1984, le condotte di 3° specie devono essere sezionabili, mediante valvole di linea, in tronchi della lunghezza massima di 2 Km. Inoltre, in ottemperanza al D.M. 2445 del 23.02.1971, in corrispondenza degli attraversamenti ferroviari, la lunghezza dei tratti sezionati non può superare 1 km.

In particolare, sul gasdotto Chiuro-Teglio (F.ne di Tresenda), il numero e la posizione delle valvole di linea sono stati ottimizzati in base:

- agli attraversamenti ferroviari e fluviali.
- alla disponibilità degli spazi per ubicare le camerette.
- alla necessità di non superare i 2 km di distanza tra ogni punto di sezionamento.

Il metanodotto, in ciascun tronco ottenuto a seguito del sezionamento, sarà munito di idonei dispositivi di scarico per consentire di procedere rapidamente allo svuotamento del tratto di tubazione, in caso di necessità.

Per le condotte di 3° specie gli scarichi dovranno venire ubicati in spazi aperti (preferibilmente piazzali, aree agricole, etc.)

Per garantire tale funzionalità richiesta dalla norma, ogni valvola di intercettazione di linea sarà, dunque, dotata di by-pass di opportuno diametro (DN 100), sul quale saranno installate valvole di intercettazione e derivazione flangiate per l'eventuale scarico in caso di emergenza.

## **6.3 Collaudo idraulico, collegamento e controllo della condotta**

In accordo al D.M. 24.11.1984, la condotta dovrà essere sottoposta a collaudo idraulico che verrà eseguito riempiendo la tubazione di acqua e pressurizzandola ad almeno 1,5 volte la pressione massima di esercizio.

Le fasi di riempimento e svuotamento dell'acqua del collaudo idraulico saranno eseguite utilizzando idonei dispositivi, comunemente denominati "pigs", che vengono impiegati anche per operazioni di pulizia e messa in esercizio della condotta.

Queste attività saranno svolte suddividendo la linea per tronchi di collaudo. Ad esito positivo dei collaudi idraulici e dopo aver svuotato l'acqua di riempimento, i vari tratti collaudati verranno collegati tra loro mediante saldatura controllata con sistemi non distruttivi.

Verrà eseguito il controllo con metodi non distruttivi su almeno il 10% di tutte le giunzioni saldate in linea.

Le giunzioni in corrispondenza degli attraversamenti ferroviari, degli attraversamenti e delle percorrenze stradali, nonché tutte le giunzioni non sottoposte a collaudo idraulico ( tie-in) saranno, invece, radiografate al 100%.

## 7 CARATTERISTICHE DELL'OPERA

L'opera in oggetto, progettata per il trasporto di gas naturale con densità 0,72 kg/m<sup>3</sup> in condizioni standard ad una pressione massima di esercizio di 12 bar, sarà costituita da una condotta, formata da tubi in acciaio collegati mediante saldatura (linea), che rappresentano l'elemento principale del sistema di trasporto in progetto e da una serie di impianti che, oltre a garantire l'operatività della struttura, realizzano l'intercettazione della condotta in accordo alla normativa vigente.

La condotta risulterà interrata con una copertura minima di 1 m.

In dettaglio:

- Linea:
  - Condotta DN 350 (14") della lunghezza complessiva di 8.373 km
  - Negli attraversamenti della SS. 38 + linea ferroviaria e della SS. 39 per l'Aprica la condotta sarà protetta da un tubo guaina in acciaio di diametro DN 450 (18") con spessore 9.5 mm.
  - Nei tratti di percorrenza lungo strade asfaltate e ove la condotta si troverà in prossimità dei fabbricati esistenti ( tra 10,0 m e 2,5 m in terreno impermeabile, ovvero tra 5,0 m e 2,5 m in terreno impermeabile) la condotta verrà posata all'interno di adeguati manufatti di protezione dotati di tubi di sfiato alle due estremità
  - Negli attraversamenti fluviali in sub-alveo la condotta sarà protetta all'interno di un tubo guaina in acciaio DN 450 (18") con spessore 9.5 mm
  
- Impianti di linea:
  - n. 1 punti di intercettazione di linea con derivazione (allacciamento)
  - n. 5 punti di intercettazione di linea
  - n. 2 stacchi di derivazione DN 4"

Gli impianti di linea saranno costituiti da tubazioni e da valvole di intercettazione sia interrate che aeree, e da apparecchiature per la protezione elettrica della condotta.

In particolare le valvole di linea n° 1 al Km 0+910 e n° 3 al Km 3+107 (lungo alcune percorrenze stradali) saranno alloggiare all'interno di un pozzetto interrato, carrabile, dotato di accesso mediante chiusino in ghisa.

Mentre le valvole di linea n° 2 al Km 1+432, n° 4 al Km 4+947, n° 5 al Km 6+901 e n° 6 al Km 8+351, essendo sotto falda acquifera del F. Adda, saranno realizzate fuori terra al fine di evitare possibili allagamenti dell'impianto. Tali impianti saranno realizzati in aree recintate, ubicate generalmente in prossimità della viabilità ordinaria e saranno collegati ad essa tramite brevi accessi carrabili.

Sono, inoltre, previsti n° 2 stacchi di derivazione con tubazione DN 4" per la rete di distribuzione del gas metano, nelle frazioni di S.Giacomo di Teglio e Tresenda.

Lo schema di flusso dell'opera in progetto e la planimetria con l'ubicazione degli impianti sono riportate nell'elaborato tecnico tav. 4.1.

## 7.1 Linea

### 7.1.1 Tubazioni

Le tubazioni impiegate saranno in acciaio di qualità e rispondenti a quanto prescritto al punto 2.1 del DM 24.11.84 , ed avranno le seguenti caratteristiche

- pressione massima di esercizio 12 bar
- diametro nominale DN 350 (14")
- materiale : API 5L X52
- tensione di snervamento 358,5 N/mm<sup>2</sup>
- spessore normale di linea 6,4 mm

I tubi, collaudati singolarmente negli stabilimenti di produzione, avranno una lunghezza di circa 12 m, saranno smussati e calibrati alle estremità per permettere la saldatura elettrica di testa.

Le curve saranno ricavate da tubi piegati a freddo con raggio di curvatura pari a 40 diametri nominali, oppure prefabbricate con raggio di curvatura pari a 7 diametri nominali.

In accordo al D.M. 24.11.1984 per il calcolo degli spessori di linea della tubazione sarà adottato un coefficiente di sicurezza rispetto al carico unitario al limite di allungamento totale (carico di snervamento) superiore al minimo stabilito dalla normativa che è pari a  $K = 3,5$ .

Negli attraversamenti della linea ferroviaria e della SS. 39 e dove, per motivi tecnici, si renderà necessario, la condotta sarà messa in opera in tubo di protezione avente le seguenti caratteristiche:

- diametro Nominale: DN 450 (18")
- spessore: 9.5 mm
- materiale: API 5L X52
- tensione di snervamento 358,5 N/mm<sup>2</sup>

### 7.1.2 Protezione anticorrosiva

La condotta sarà protetta da:

- *una protezione passiva esterna* costituita da un rivestimento in polietilene estruso ad alta densità ( conforme alla norma UNI 9099), triplo strato, applicato in fabbrica e da un rivestimento interno in vernice epossidica. I giunti di saldatura saranno rivestiti in linea con fasce termorestringenti;
- *una protezione attiva (catodica)* attraverso un sistema di correnti impresse con apparecchiature poste lungo la linea che rende il metallo della condotta elettricamente più negativo rispetto all'elettrolito circostante (terreno, acqua, ecc.).

La protezione attiva viene realizzata contemporaneamente alla posa del metanodotto collegandolo a due impianti di protezione catodica costituiti da apparecchiature che, attraverso circuiti automatici, provvedono a mantenere il potenziale della condotta più negativo o uguale a  $-1$  V rispetto all'elettrodo di riferimento Cu-CuSO<sub>4</sub> saturo.

Al fine di sezionare i tratti sottoposti a protezione catodica ( per meglio controllare il grado di isolamento della condotta e per facilitare gli interventi di manutenzione), nonché per isolarli rispetto alle strutture circostanti, saranno previsti giunti isolanti di adeguate caratteristiche strutturali e dielettriche.

Per i dettagli in merito alla protezione anticorrosiva si invia alla relazione specifica e relativi allegati.

### 7.1.3 Fascia di asservimento

La costruzione ed il mantenimento di un metanodotto sui fondi altrui (privati) sono legittimati da una servitù il cui esercizio, lasciate inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo di questi fondi, limita la fabbricazione nell'ambito di una fascia di asservimento a cavallo della condotta (servitù non edificandi). L'ampiezza di tale fascia viene definita in rapporto al diametro, alla pressione di esercizio del metanodotto, alle condizioni di posa ed al coefficiente di sicurezza minimo adottato per il calcolo dello spessore delle tubazioni in accordo alle vigenti normative di legge. Per il metanodotto in progetto tale fascia è di 5 m per lato nei terreni agricoli, di 2,5 m quando la condotta è protetta da un tubo guaina di protezione (vedi tabella 1 allegata) e di 10 m quando la condotta è posata sotto manto impermeabile non inguainata da tubo di protezione.

### 7.1.4 Principali attraversamenti e parallelismi

#### Attraversamento del F. Adda

È previsto un attraversamento localizzato nel territorio del comune di Teglio (v.tav. 4.9), a cavallo del ponte di San Giacomo localizzato a circa 750 m a valle del ponte di San Giacomo, alla progressiva km 2+239 (le progressive sono misurate in asse attraversamento).

L'attraversamento del F. Adda sarà eseguito in subalveo ricorrendo alla tecnica tradizionale dello scavo a cielo aperto. Infatti altre soluzioni di posa subalvea, quali quella della trivellazione orizzontale controllata, non sono praticabili a causa della probabile presenza di alluvioni assai grossolane con presenza di trovanti.

La messa in opera della tubazione prevede le seguenti fasi:

- predisposizione della condotta pre-assemblata fuori opera secondo il profilo di progetto, eventualmente con curve stampate, adeguatamente appesantita e protetta con gunite;
- scavo della trincea di posa con escavatori fino a raggiungere la profondità di posa prevista;
- posizionamento della colonna pre-assemblata nella trincea utilizzando i normali mezzi adottati per la posa di linea oppure, in presenza di maggiori battenti idrici, il varo in galleggiamento;
- rinterro della trincea con:
  - a) materiale sciolto arido di risulta degli scavi a ridosso della condotta;
  - b) protezione, in copertura, con soglia in massi ciclopici (2-3 m<sup>3</sup>/cad) sagomata a sella rovescia sulla condotta (vedi sez. A-A nel progetto di dettaglio e particolari degli attraversamenti in subalveo).



Le caratteristiche geometriche dell' attraversamento sono definite nei disegni allegati, dove viene riportata la profondità di posa e quindi lo spessore di copertura minimo della condotta (che risulta sempre di 4 m) nonché l'ampiezza del tratto di attraversamento. Nel determinare la geometria dell' attraversamento si è tenuto conto dei risultati dello studio idrologico-idraulico al quale si rimanda per ulteriori dettagli.

Come rappresentato nei disegni la condotta nel tratto di attraversamento sarà protetta da una platea in massi ciclopici (dimensioni dei massi 2–3 m<sup>3</sup> e spessore minimo 1,50 m) con unghia sia a monte che a valle, da posarsi nell'ambito dell'operazione di rinterro .

I tratti di sponda interessati dalle operazioni di scavo saranno riprofilati in modo continuo con i tratti adiacenti. Laddove presenti le protezioni in massi esse saranno rifatte con uguale tipologia e profilo; nei tratti che risultano al momento non protetti essi verranno comunque rivestiti con scogliere analoghe per rafforzare la protezione della condotta e favorire la ricucitura con il profilo indisturbato adiacente.

Inoltre in destra idrografica è presente un rilevato arginale di contenimento delle piene; esso verrà attraversato tramite scavo a cielo aperto, avendo cura di scongiurare fenomeni di filtrazione sotto argine.

#### Attraversamenti di corsi d'acqua minori

Il tracciato incontra alcuni corsi d'acqua minori, affluenti diretti del F. Adda.

Essi sono:

- Torrente Rio Rogna,	alla progressiva km	0+090
- Torrente Valle San Giovanni e Magada,	alla progressiva km	0+690
- Torrente Malgina,	alla progressiva km	2+836
- Torrente Margatta,	alla progressiva km	4+320
- Torrente Bondone,	alla progressiva km	6+365
- Canale Rio Pradello,	alla progressiva km	7+096
- Canale di irrigazione,	alla progressiva km	7+252
- Torrente Caronella,	alla progressiva km	8+038

Il Torrente Rio Rogna (v. tav. 4.6) sarà attraversato in subalveo con la posa della tubazione in una trincea eseguita con scavo a cielo aperto, a monte del ponte in cls esistente. L'intervento prevederà il ripristino e il prolungamento del selciato in pietrame a valle con larghezza pari a 2,50 m. La tubazione sarà inguainata con tubo di protezione in acciaio DN 450 (18") per una lunghezza pari a 44,80 m.

Il Torrente Valle San Giovanni e Magada (v. tav. 4.7) sarà attraversato in subalveo con la posa della tubazione in una trincea eseguita con scavo a cielo aperto, a valle del ponte in cls esistente. L'intervento prevederà la realizzazione di una soglia a raso a valle del metanodotto, con spessore pari a 1,00 m e larghezza pari a 2,00 m. La tubazione sarà inguainata con tubo di protezione in acciaio DN 450 (18") per una lunghezza pari a 28,60 m.

Il Torrente Malgina (v. tav. 4.10) sarà attraversato in subalveo con la posa della tubazione in una trincea eseguita con scavo a cielo aperto. L'attraversamento, localizzato pochi metri a monte della briglia in corrispondenza dello sbocco in Adda, risulta protetto dalla briglia stessa e non abbisogna di ulteriori interventi. Le ripide sponde saranno protette con scogliere in pietrame nei tratti interessati dai lavori. La tubazione sarà inguainata con tubo di protezione in acciaio DN 450 (18") per una lunghezza pari a 40,50 m. Inoltre, essendo l'area dei lavori sotto la falda del F. Adda, la tubazione sarà appesantita con intasamento di cls.

Il Torrente Margatta (v. tav. 4.12) sarà attraversato in subalveo con la posa della tubazione in una trincea eseguita con scavo a cielo aperto, a monte del ponte in cls esistente di luce pari a 3,80 netti + 3,00 m per ogni muro di sponda in cls. La tubazione sarà inguainata con tubo di protezione in acciaio DN 450 (18") per una lunghezza pari a 38,90 m. Inoltre, essendo l'area dei lavori sotto la falda del F. Adda, la tubazione sarà appesantita con intasamento di cls.

Il Torrente Bondone (v. tav. 4.13) sarà attraversato in subalveo con la posa della tubazione in una trincea eseguita con scavo a cielo aperto, a monte del ponte in cls esistente di luce pari a 10,00 m. La tubazione sarà inguainata con tubo di protezione in acciaio DN 450 (18") per una lunghezza pari a 46,35 m. Inoltre, essendo l'area dei lavori sotto la falda del F. Adda, la tubazione sarà appesantita con intasamento di cls. L'intervento prevederà la realizzazione di un selciato in pietrame a valle con larghezza pari a 2,50 m e spessore pari a 1,00 m.

Il Canale Rio Pradello (v. tav. 4.14) sarà attraversato direttamente a valle di un ponte in cls esistente mediante soluzione aerea appoggiando la condotta, protetta dal tubo di rivestimento, su due plinti di fondazione spondali in c.a. con unica luce pari a 15,00 netti + 1,00 m per ogni muro di sponda in cls. La tubazione sarà inguainata con tubo di protezione in acciaio DN 450 (18") per una lunghezza pari a 17,50 m.

Il Canale di irrigazione (v. tav. 4.15) sarà attraversato in subalveo con la posa della tubazione in una trincea eseguita con scavo a cielo aperto, al di sotto del canale in cls esistente di diametro esterno pari a 3,20 m. La tubazione sarà inguainata con tubo di protezione in acciaio DN 450 (18") per una lunghezza pari a 24,45 m.

Il Torrente Caronella (v. tav. 4.16) sarà attraversato direttamente a valle di un ponte; si ricorre ad una soluzione aerea appoggiando la condotta, protetta dal tubo di rivestimento e inglobata nella soletta di calcestruzzo del ponte, sui muri spondali in c.a. con unica luce pari a 5,00 netti + 0,50 m per ogni muro di sponda in cls. La tubazione sarà affrancata alla sommità di tali muri tramite supporti in acciaio. La tubazione sarà inguainata con tubo di protezione in acciaio DN 450 (18") per una lunghezza pari a 7,50 m. Alle due estremità dell'attraversamento, in corrispondenza dei punti ove la condotta si interra, verrà predisposta apposita area recintata a protezione della condotta medesima.

## Attraversamenti di strade e ferrovie

Lungo il tracciato sono previsti n. 1 attraversamento della linea ferroviaria Colico - Tirano e n. 4 attraversamenti di strade statali e provinciali (Strada comunale di Chiuro in Via Fraccia, SS n° 38, SS n° 39, ex SS n°550 ora SP n° 25).

### A) Attraversamenti ferroviari

L'attraversamento della linea ferroviaria RFI Colico-Tirano al km 11+689 è localizzato alla progressiva km 1+219 del metanodotto, alle porte dell'abitato di San Giacomo. Stante l'adiacenza con la SS n° 38 si prevede un unico attraversamento tramite trivella spingitubo e verrà eseguito in conformità con il D.M. 2445 del 23/02/71 (v. tav. 4.8).

In accordo con tale normativa che regola gli attraversamenti ferroviari, il tracciato sarà rettilineo e pressoché perpendicolare all'asse dei binari. La lunghezza del tubo di protezione sarà di 45 m.

La condotta sarà contenuta dentro un tubo di protezione in acciaio di qualità (API 5L X52), avente diametro DN 450 (18") e spessore (9.5 mm) adeguato alle sollecitazioni da sopportare. Il tubo di protezione terminerà alle due estremità ad una distanza minima di 10 m dalla più vicina rotaia.

Al fine di mantenere centrata la condotta dentro il tubo di protezione saranno impiegati appositi distanziatori in materiale isolante non deteriorabile. Alle due estremità del tubo di protezione saranno applicati dei tappi di tenuta in polietilene termorestringente per assicurare la perfetta tenuta stagna dell'intercapedine tra i due tubi. Il tubo di protezione sarà munito, su una estremità, di idoneo spurgo, mentre, su entrambe le estremità, sarà dotato di tubi di sfiato avente diametro interno non inferiore a 50 mm e spessore minimo di 3 mm.

Entrambi i suddetti tubi di sfiato verranno portati all'esterno dell'attraversamento fino ad una distanza non inferiore a 20 m dalla rotaia più vicina e saranno dotati, in sommità, di un idoneo dispositivo tagliafiamma.

L'altezza minima degli sfiati dal piano campagna sarà pari a 2,50 m.

La condotta risulterà interrata lungo tutto l'attraversamento, avrà pendenza uniforme non inferiore allo 0,2%, ed avrà una copertura minima pari a 2,00 m al di sotto del piano del ferro.

Le saldature della condotta principale, relativamente all'attraversamento, verranno tutte radiografate e saranno dotate della relativa documentazione di accettabilità, così come previsto dal DM 23/02/71.

La condotta principale, prima della messa in esercizio, sarà sottoposta ad una prova idraulica ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di progetto ( $p = 12$  bar).

La condotta sarà intercettabile, a monte ed a valle dell'attraversamento, mediante valvole di sezionamento di linea distanti tra loro non più di 1.000 m misurati sull'asse della condotta.

## B) Attraversamenti stradali principali

Oltre al sopra citato attraversamento della SS n° 38, attraversata al km 1+219 (v. tav. 4.8), contestualmente con la linea ferroviaria, si prevedono gli attraversamenti della SS n° 39 per l'Aprica alla progressiva km 8+296 (v. tav. 4.17) che verrà eseguito mediante trivella spingitubo in acciaio. La condotta sarà contenuta dentro un tubo di protezione in acciaio di qualità (API 5L X52), avente diametro DN 450 (18") e spessore ( 9.5 mm) adeguato alle sollecitazioni da sopportare.

Le altre strade asfaltate, tra cui i due attraversamenti delle stradi comunali di minore gerarchia a Chiuro alla progressiva km 0,00 (v. tav. 4.5) e a S. Giacomo di Teglio alla progressiva km 3+020 (v. tav. 4.11) e le strade sterrate saranno attraversate con scavo a cielo aperto.

In corrispondenza degli attraversamenti il tracciato risulterà rettilineo e, ove possibile, perpendicolare all'asse stradale.

La condotta sarà contenuta dentro appropriati manufatti di protezione adeguati alle sollecitazioni da sopportare. Il tubo di protezione terminerà alle due estremità ad una distanza minima di 0,50 m dal limite di proprietà stradale.

Al fine di mantenere centrata la condotta dentro il tubo di protezione saranno impiegati appositi collari distanziatori in materiale isolante non deteriorabile. Alle due estremità del tubo di protezione saranno applicati dei tappi di tenuta in polietilene termorestringente per assicurare la perfetta tenuta stagna dell'intercapedine tra i due tubi. Il tubo di protezione sarà munito, su una estremità, di idoneo spurgo, mentre, su entrambe le estremità, sarà dotato di tubi di sfogo avente diametro interno non inferiore a 50 mm e spessore minimo di 3 mm.

L'altezza minima degli sfiati dal piano campagna sarà pari a 2,50 m.

La condotta risulterà interrata lungo tutto l'attraversamento ed avrà una copertura minima pari a 1,50 m al di sotto della pavimentazione stradale.

Le saldature della condotta principale, relativamente all'attraversamento, verranno tutte radiografate e saranno dotate della relativa documentazione di accettabilità.

### Percorrenze lungo strade asfaltate

Lungo il tracciato sono previsti circa 2296 m di percorrenza lungo strade asfaltate caratterizzate da media intensità di traffico.

Provincia	Comune	Strada	Lunghezze [m]
SONDRIO	Teglio – F.ne Nigola	Strada Comunale	562
	Teglio – F.ne S.Giacomo	Strada Comunale	389
	Teglio – F.ne Tresenda	Strada Comunale	1345

Lungo tali tratti, tenuto conto dei carichi esterni circolanti, nonché della vicinanza con i fabbricati civili, ed al fine di contenere al massimo la fascia di asservimento, la condotta verrà posata all'interno di adeguati manufatti di protezione.

Nei tratti più lunghi il cunicolo sarà sezionato ogni 150 mediante idonei diaframmi stagni.

Il cunicolo sarà dotato alle estremità di tubi di sfiato avente diametro interno non inferiore a 50 mm e spessore minimo di 3 mm. I suddetti tubi di sfiato verranno portati all'esterno fino ad una distanza non inferiore a 10,00 m dal fabbricato civile più vicino, e saranno dotati, in sommità, di un idoneo dispositivo tagliafiamma.

L'altezza minima degli sfiati dal piano campagna sarà pari a 2,50 m.

La condotta lungo tutta la percorrenza stradale avrà una copertura minima pari a 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale.

Le saldature della condotta principale, relativamente alle percorrenze stradali verranno tutte radiografate e saranno dotate della relativa documentazione di accettabilità.

#### Percorrenze lungo strade non asfaltate ma che nel prossimo futuro saranno asfaltate

Il tracciato alle progressive km 0+015 fino a km 0+676, si sviluppa su una strada di servizio dei fondi agricoli attraversati sotto la quale, peraltro, è già stato posizionato il collettore fognario. Sulla base degli accordi intervenuti tra la stazione appaltante e gli amministratori del comune di Teglio dopo la posa della condotta del metanodotto, lo scavo sarà rinterrato con materiale avente le caratteristiche delle condizioni di posa categoria C) come descritto al punto 2.4.3 lett. c) del D.M. 24.11.1984, ed è prevista l'asfaltatura della strada stessa.

Per queste strade l'ente committente si riserva la possibilità di ridefinire, catastalmente, la sede stradale di modo che entrambi i sottoservizi, collettore fognario e condotta del metano, ricadano all'interno della sede stradale.

### Parallelismi ed attraversamenti di fognature e acquedotti

Lungo il tracciato sono previsti circa 1391 m di percorrenza in parallelo con condotte fognarie esistenti e circa 1013 m di percorrenza in parallelo con acquedotti esistenti (vd. tav. 6.4).

Provincia	Comune	Servizio	Lunghezze [m]
SONDRIO	Teglio – F.ne Nigola	Trattamento acque nere comunali	512
	Teglio – tratto sotto F.S.	Collettore fognario depuratore	684
	Teglio – F.ne Tresenda	Trattamento acque nere comunali	195

Provincia	Comune	Servizio	Lunghezze [m]
SONDRIO	Teglio – F.ne Nigola	Tratta presunta approvvigionamento	185
	Teglio – F.ne Nigola	Tratta approvvigionamento comunale	105
	Teglio – F.ne S.Giacomo	Tratta approvvigionamento comunale	18
	Teglio – Rio Pradello	Tratta approvvigionamento comunale	23
	Teglio – F.ne Tresenda	Tratta approvvigionamento comunale	682

Lungo tali tratti la tubazione verrà posata ad una distanza dalla condotta esistente, misurata tra le superfici affacciate, non inferiore alla profondità di posa adottata per il metanodotto (1,00 m).

Laddove non risulti possibile osservare tale distanza, il metanodotto verrà posato dentro un cunicolo oppure all'interno di un tubo di protezione in acciaio di qualità ( API 5L X52), avente diametro DN 450 (18") e spessore ( 9.5 mm).

Il cunicolo, o l'eventuale tubo di protezione, sarà dotato ogni 100 m di tubi di sfiato avente diametro interno non inferiore a 50 mm e spessore minimo di 3 mm. I suddetti tubi di sfiato verranno portati all'esterno fino ad una distanza non inferiore a 10,00 m dal fabbricato civile più vicino, e saranno dotati, in sommità, di un idoneo dispositivo tagliafiamma.

L'altezza minima degli sfiati dal piano campagna sarà pari a 2,50 m.

Nei casi di sovra o sottopasso il metanodotto verrà posato all'interno di un tubo di protezione in acciaio di qualità ( API 5L X52), avente diametro DN 450 (18") e spessore ( 9.5 mm) dotato di sfiato ad una delle estremità.

Sia negli attraversamenti ( sotto o sovrappasso) che lungo i percorsi in parallelo con le condotte esistenti, la distanza tra il metanodotto ed il collettore esistente, misurata tra le superficie affacciate, non potrà mai risultare inferiore alla profondità di posa adottata per la condotta del gas 0,90-1,00 m nei tratti in parallelo e di 1,50 m nei tratti di sovra o sottopasso (vedi D.M. 24.11.1984 punto 2.4.2 lett. e).

### Percorrenze in vicinanza di fabbricati esistenti

Lungo il suo tracciato il metanodotto percorre ca. 1015 m in prossimità di fabbricati esistenti, ove la distanza risulta compresa tra 10 m e 2,5 m in terreno con manto superficiale impermeabile, ovvero tra 5 m e 2,5 m in terreno con manto superficiale permeabile.

Provincia	Comune	Lunghezze [m]
SONDRIO	Teglio – F.ne Nigola	355
	Teglio – tratto attravers. F.Adda	94
	Teglio – F.ne S.Giacomo	178
	Teglio – F.ne Tresenda	388

In osservanza del punto 2.4.3 del DM 24.11.1984, lungo tali tratti la condotta verrà posata dentro un cunicolo in accordo allo standard di progetto.

Il cunicolo sarà dotato alle estremità di tubi di sfiato avente diametro interno non inferiore a 50 mm e spessore minimo di 3 mm. I suddetti tubi di sfiato verranno portati all'esterno fino ad una distanza non inferiore a 10,00 m dal fabbricato civile più vicino, e saranno dotati, in sommità, di un idoneo dispositivo tagliafiamma.

L'altezza minima degli sfiati dal piano campagna sarà pari a 2,50 m.

#### **7.1.5 Valvole di intercettazione di linea**

In accordo alla normativa vigente (DM 24.11.84 e DM 23.12.71), la condotta sarà sezionabile in tronchi di lunghezza massima pari a 2,0 km (1,0 km nei tratti a cavallo degli attraversamenti ferroviari), mediante apparecchiature di intercettazione (valvole) denominate:

- Punto di intercettazione linea (PIL), complesso di apparecchiature occorrenti per il sezionamento della condotta, ossia interrompere il flusso del gas, dotato di by-pass ( DN 100) con valvole di intercettazione. Nel by-pass è prevista una derivazione flangiata per l'eventuale svuotamento, in caso di emergenza, dei tratti di condotta, rispettivamente sia di monte che di valle.
- Punto di intercettazione con derivazione (PID), complesso di apparecchiature occorrenti per il sezionamento della condotta, ossia interrompere il flusso del gas, dotato di by-pass ( DN 100) con valvole e di uno stacco flangiato dalla linea principale, per l'alimentazione di una derivazione (linea di allacciamento) a valle della linea principale. La derivazione, dotata di flangia cieca, sarà predisposta per la futura connessione della derivazione, la quale opererà alla stessa pressione di linea.

Gli impianti di linea saranno costituiti da tubazioni e da valvole di intercettazione sia interrate che aeree, e da apparecchiature per la protezione elettrica della condotta.

Tali impianti saranno realizzati in aree recintate, ubicate generalmente in prossimità della viabilità ordinaria e saranno collegati ad essa tramite brevi accessi carrabili.

Laddove, per oggettivi impedimenti, non risulti possibile realizzare l'impianto fuori terra (p.e. lungo alcune percorrenze stradali) questo potrà venire alloggiato all'interno di un pozzetto interrato, carrabile, dotato di accesso mediante chiusino in ghisa.

## 8 PROBLEMATICHE RELATIVE ALLA SICUREZZA

Per le problematiche relative alla realizzazione in sicurezza degli interventi previsti in progetto, il T.U. sulla sicurezza Titolo IV D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. non prevede particolari prescrizioni rimandando alla redazione del Piano di Sicurezza e di Coordinamento gli studi specifici. Tale metodologia di analisi nella progettazione ha portato a dimensionare la pista di cantiere (con una larghezza di 12,00 m), a individuare le possibili vie di approvvigionamento e di fuga, i punti critici del cantiere per ristrettezza degli spazi operativi (presenza di fabbricati o infrastrutture su entrambi i lati dell'area di cantiere), la presenza di sottoservizi interferenti da mantenere in efficienza (linee elettriche, acquedotti e fognature) e varie situazioni di rischio nella realizzazione di interventi particolari (attraversamenti del fiume Adda, varo di tratti di condotta assemblati a bordo scavo, sottopasso del collettore fognario comprensoriale ecc.).

Nella redazione del PSC si dovrà tenere conto che, durante le fasi di lavorazione, possano verificarsi degli improvvisi innalzamenti del F. Adda dovuti sia agli eventi di precipitazione e sia alle variazioni di portata derivanti dai canali delle centrali idroelettriche di Enel e Edison presenti sul territorio (variabili durante l'arco della giornata in funzione della richiesta energetica del paese, specialmente la città di Milano nei giorni lavorativi). In particolare occorrerà avere molta cura durante le fasi di scavo, essendo la maggior parte del tracciato di progetto in fascia A (sotto falda) e quindi con possibili problemi relativi alla stabilità e all'allagamento degli scavi.

I rischi troveranno adeguata analisi metodologica operativa e dei rischi nell'elaborato progettuale riguardante la sicurezza.

Sondrio, dicembre 2013

**IL TECNICO**  
Dott. Ing. Marco Riva





## 9 IMPORTO LAVORI E QUADRO ECONOMICO

Come risulta dal Computo Metrico Estimativo (v. elab. 2.5) per la realizzazione del gasdotto in progetto si prevede una spesa complessiva dei lavori di 2.500.000,00 €, di cui 100.000,00 € di oneri per la sicurezza e 328.053,52 € per spese relative al costo del personale.

Come dettagliatamente elencato nel quadro economico sotto riportato, le somme a disposizione per l'Amministrazione risultano pari a 970.000,00 €, la somma complessiva dell'I.V.A. è pari a 325.071,57 € per cui l'importo complessivo dell'opera è pari a 3.470.000 € al netto di I.V.A. e 3.795.071,57 € con I.V.A..

### Quadro economico riepilogativo

(in euro)

<b>01:00</b>	<b>A) OPERE A BASE D'APPALTO</b>	<b>2.500.000,00</b>
	<b>Totale Lordo Opere a base d'appalto</b>	
	di cui:	
<b>a</b>	- Totale Opere soggette a ribasso d'asta	2.071.946,48
<b>b</b>	- Costo del personale	328.053,52
<b>c</b>	- Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	100.000,00
<b>02:00</b>	<b>B) SOMME A DISPOSIZIONE DEL COMMITTENTE</b>	<b>970.000,00</b>
<b>a</b>	Relazioni geologiche, forestali e paesaggistiche	6.800,00
<b>b</b>	Indagini geotecniche, geologiche, caratterizzazione terre	15.000,00
<b>c</b>	Collaudo/verifica condotta con Kaliper pigs	10.000,00
<b>d</b>	Allacci pubblici servizi, etc.	15.000,00
<b>e</b>	Spese per indennità di esproprio e servitù	200.000,00
<b>f</b>	Acquisizione prog. definitivo da Comunità Montana Tirano	132.231,11
<b>g</b>	Spese tecniche (Progettazione, D.L., contabilità misure)	97.233,09
<b>h</b>	Spese tecniche coord. sicurezza prog. ed esec.	35.000,00
<b>i</b>	Spese tecniche per collaudo tecnico-amministrativo	16.000,00
<b>l</b>	Spese tecniche per Responsabile Procedimento 0,5% di 1.00	12.500,00
<b>m</b>	Costi polizza assicurativa per validazione progetto	10.000,00
<b>n</b>	Spese commissioni giudicatrici	3.000,00
<b>o</b>	Spese per pubblicazione	25.000,00
<b>p</b>	Imprevisti, spese generali (canoni, etc) 9% di 1a	216.000,00
<b>q</b>	Accantonamento (art. 133, c.3 D.Lgs. 163/2006) 1% di 1.00	25.000,00
<b>r</b>	C.N.P.A.I.A. di 2a, 2f, 2g, 2h (4%)	6.201,32
<b>s</b>	Stima oneri indennizzi/pratiche ANAS, RFI, Regione Lombardia	30.000,00
<b>t</b>	Accantonamento smaltimento terre da scavo in discarica	95.000,00
<b>u</b>	Accanton. accertamenti valori di fondo (art. 5.4 d.m. 161/2012)	20.000,00
<b>v</b>	Arrotondamento	34,48
<b>03:00</b>	<b>C) IVA</b>	<b>325.071,57</b>
<b>a</b>	IVA sulle opere (10%)	250.000,00
<b>b</b>	IVA su 2a, 2b, 2c, 2d, 2g, 2h, 2i, 2o, 2t, 2u (22%)	73.707,28
<b>c</b>	IVA su C.N.P.A.I.A. di 2a, 2g, 2h, 2i (22%)	1.364,29
<b>TOTALE A)+B)</b>		<b>3.470.000,00</b>
<b>TOTALE A)+B)+C)</b>		<b>3.795.071,57</b>



## 10      **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La progettazione, la costruzione e l'esercizio del metanodotto è disciplinata essenzialmente dalla seguente normativa:

- DM 24.11.84 del Ministero dell'Interno – Norme di Sicurezza per il Trasporto, la distribuzione, l'accumulo, l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8. Aggiornato dal DECRETO 17/04/2008.
- DM 23.02.71 n. 2445 del Ministero dei Trasporti – Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.
- Circolare 09.05.72, n. 216/173 dell'Azienda Autonoma FF.S. – Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti gas e liquidi con ferrovie.
- DPR 753/80 – Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie.
- Circolare 04.07.90 n. 1282 dell'Ente FF.S. – Condizioni generali tecnico/amministrative regolanti i rapporti tra l'ente Ferrovie dello Stato e la SNAM in materia di attraversamenti e parallelismi di linee ferroviarie e relative pertinenze mediante oleodotti, gasdotti, metanodotti ed altre condutture ad essi assimilabili.
- DM 03.08.91 del Ministero dei Trasporti – Distanza minima da osservarsi nelle costruzioni di edifici o manufatti nei confronti delle officine e degli impianti delle FF.S.
- RD 1740/33 – Tutela delle strade. DLgs 285/92 e 360/93 – Nuovo Codice della strada.
- DPR 495/92 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della strada.
- Codice Civile art. 889 – Distanze delle condotte dai fabbricati.
- L. 07.02.1961 n. 59 e L. 28.02.1967 n. 105 – Tubazioni su strade Statali e Strade Provinciali.
- D.M. 01.04.1968 – Distanze minime a protezione del nastro stradale da osservarsi nelle edificazioni.
- L 898/76 – Zone militari.
- DPR 720/79 – Regolamento per l'esecuzione della L 898/76.
- L 186/68 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
- L 46/90 – Norme per la sicurezza degli impianti.
- DPR 447/91 – Regolamento di attuazione della L 46/90 in materia di sicurezza degli impianti.
- L. 06.12.1971 n. 1083 – Norme per la sicurezza nell'impiego del gas combustibile.
- D.M. 14.01.1972 – D.M. 21.05.1974 – D.M. 21.11.1975 - Norme per la costruzione degli apparecchi a pressione.
- D.P.C.M. 01.03.1991 – "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- L 64/74 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- L 1086/71 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

- DM 12.02.92 del Ministero dei Lavori Pubblici - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- DM 12.02.82 del Ministero dei Lavori Pubblici - Aggiornamento delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
- D. M. 09/01/1996 - «Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale precompresso e per le strutture metalliche»
- D. M. 16/01/1996 «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»
- D. M. 16/01/1996 «Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche»
- D.M. 14 gennaio 2008 – Circolare 2 febbraio 2009 N. 617 C.S.LL.PP.
- DM 11.03.88 del Ministero dei Lavori Pubblici - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e prescrizioni per progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle fondazioni.
- D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.
- DPR 616/77 e DPR 383/94 – Trasferimento e deleghe delle funzioni amministrative dello Stato.
- "DLGS 490/99 – Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni naturali ed ambientali".
- RDL n. 3267 / 1923 “ Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani”.
- RR n. 1126/1926 “ Approvazione del regolamento per il riordino di boschi e terreni montani”
- RD 1775/33 – Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici.
- RD 523/04 – Polizia delle acque pubbliche.
- L 198/58 e DPR 128/59 – Cave e miniere.
- D.M. 16.02.1982 – Attività soggette a visite periodiche per la prevenzione di incendi.
- D.M. 16.02.1982 – Norme per la prevenzione di incendi.
- L 17.08.1942 n 1150 e succ. modifiche, L. 28.01.1977 n. 10 ( Rilascio concessioni edilizie).
- D.P.R. 06.06.2001 n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia ( testo A).
- Norme ufficiali esistenti o emesse nel corso della progettazione qualora più restrittive delle suddette.
- Leggi, Decreti, Regolamenti, Circolari emanati e vigenti per i rispettivi ambiti territoriali, nella

11 ALLEGATA DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOPRALLUOGO













