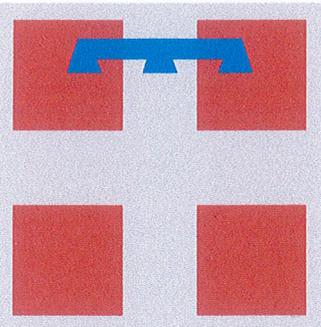




SOCIETA' INTERCOMUNALE SERVIZI IDRICI S.r.l.



# REGIONE PIEMONTE

## PROVINCIA DI CUNEO



ELABORATO:

Realizzazione di nuovo scaricatore di piena in  
Via Alba-Barolo nel Comune di Castiglione  
Falletto a servizio della Condotta Consortile  
Langa Albese Ramo Monforte-Alba  
**PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

TAVOLA:

### RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA E IDRAULICO-DIMENSIONALE

TAV. N°

**1.0**

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	28/02/2019	EMISSIONE	Dott. Ing. Fabrizio DEVALLE [Tecnico abilitato]		
			SOCIETÀ INTERCOMUNALE SERVIZI IDRICI S.r.l. <i>Fabrizio Devalle</i> Piazza Risorgimento, 1 - ALBA Cod. Fisc. e P. IVA: 03168260044		



SOCIETA' INTERCOMUNALE SERVIZI IDRICI S.r.l.

**REALIZZAZIONE SCARICATORE DI PIENA IN LOC. VIA  
ALBA-BAROLO NEL COMUNE DI CASTIGLIONE FALLETTO A  
SERVIZIO DELLA CONDOTTA CONSORTILE LANGA ALBESE  
RAMO MONFORTE-ALBA**

**PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

**RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA E IDRAULICO-  
DIMENSIONALE**

Alba, li 28/02/2019

IL TECNICO INCARICATO  
Ing. Fabrizio DEVALLE

*Fabrizio Devalle*

**SOCIETÀ INTERCOMUNALE  
SERVIZI IDRICI s.r.l.**

1

Via Risorgimento, 1 - ALBA

Cod. Fisc. e P. IVA: 03168260044

## INDICE

1. GENERALITA' E LOCALIZZAZIONE CARTOGRAFICA DEL MANUFATTO .....	3
2. STIMA DEGLI ABITANTI EQUIVALENTI E ANALISI DELLE PORTATE .....	3
<input type="checkbox"/> Stima abitanti equivalenti di origine civile .....	4
<input type="checkbox"/> Stima abitanti equivalenti di origine industriale .....	5
3. CALCOLO DELLE PORTATE, DETERMINAZIONE DELL'ALTEZZA DI MOTO UNIFORME IN CONDOTTA, E DIMENSIONAMENTO DELLO SCOLMATORE. ....	5
4. DIMENSIONAMENTO SOGLIA DI SFIORO E CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE. 6	
4.1 VERIFICHE STATICHE .....	7
4.1.1 Calcolo dei Carichi dovuti al Rinterro [Sez 7] .....	8
4.1.2 Calcolo dei Carichi dovuti ai sovraccarichi mobili [Sez 7] .....	8
4.1.3 Calcolo del carico dovuto alla massa d'acqua contenuta dentro il tubo [Sez 7] .....	9
4.1.4 Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna [Sez 7] .....	9
4.1.5 Verifica Inflessione diametrale a lungo termine [Sez 7] .....	9
4.1.6 Verifica all'Instabilità all'equilibrio elastico [Sez 7] .....	10
4.1.7 Verifica della massima sollecitazione di flessione [Sez 7] .....	11
4.2.1 Calcolo dei Carichi dovuti al Rinterro[Sez 14] .....	11
4.2.2 Calcolo dei Carichi dovuti ai sovraccarichi mobili [Sez 14] .....	12
4.2.3 Calcolo del carico dovuto alla massa d'acqua contenuta dentro il tubo [Sez 14] .....	12
4.2.4 Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna [Sez 14] .....	12
4.2.5 Verifica Inflessione diametrale a lungo termine [Sez 14] .....	12
4.2.6 Verifica all'Instabilità all'equilibrio elastico [Sez 14] .....	13
4.2.7 Verifica della massima sollecitazione di flessione [Sez 14] .....	14
5. DESCRIZIONE SINTETICA DEI MATERIALI .....	14
6. VINCOLI .....	15
7. TERRENI ATTRAVERSATI .....	16
7.A CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE .....	16
7.B CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE .....	17
8. INTERFERENZE .....	18
9. PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO .....	18
10. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	18

## **1. GENERALITA' E LOCALIZZAZIONE CARTOGRAFICA DEL MANUFATTO**

Nel Comune di Castiglione Falletto, in Via Alba-Barolo, si rende necessaria la costruzione di uno scaricatore di piena a servizio della rete fognaria consortile ramo Monforte d'Alba-Alba.

Sono stati segnalati, ad opera del Comune di Castiglione Falletto, Settore Ufficio Tecnico, numerosi e sgradevoli episodi di funzionamento in pressione della fognatura presso la zona Cà Bianca e ancor più a valle, in Loc. Uccellaccio, con rigurgiti presso le civili abitazioni.

Le segnalazioni sopra richiamate sono state effettuate tutte in seguito ad eventi meteorici di notevole (e a volte straordinaria) intensità.

Allo scopo di venire incontro alle richieste pressanti del Comune, che chiede a SISI Srl di intervenire con tempestività per arginare dette problematiche, per quanto di competenza, ai fini di mettere in sicurezza gli allacciamenti fognari di alcune zone comunali che, in seguito ai sempre più frequenti fenomeni di forti precipitazioni concentrati in tempi molto ristretti, possono dare origini a rigurgiti ed allagamenti, questa Società ha convenuto sulla necessità di realizzare uno sfioratore di piena da posizionarsi a monte della zona oggetto di criticità, con scarico finale nel Torrente Talloria.

Vi è da ribadire comunque che SISI Srl ha contestualmente segnalato al Comune di volere eseguire, in accordo con le rispettive Società gestrici, una opportuna verifica degli allacciamenti di eventuali condotte fognarie di acque bianche e/o di verificare gli apporti delle fognature comunali.

Si riportano nelle immagini successive la planimetrie di dettaglio della zona di interesse, e la documentazione fotografica dell'area, rimandando alla documentazione allegata alla presente relazione per la localizzazione cartografica CTR 1:10.000 e la planimetria catastale.

### ***Coordinate GPS del punto identificato per la realizzazione dello sfioratore:***

□ Sistema di Riferimento UTM:

44.6374221601255 N

7.96972077297844 E

203.544 H

- Rif. NCT Comune di Castiglione Falletto Foglio 3, Part. 01 (Sia per manufatto scolmatore che per pozzetto di ispezione e campionamento).
- Rif. NCT Comune di Castiglione Falletto Foglio 3 Part. 07 per punto di scarico finale nel Torrente Talloria.

## **2. STIMA DEGLI ABITANTI EQUIVALENTI E ANALISI DELLE PORTATE**

Ai fini di dimensionare lo scaricatore di piena che verrà realizzato in occasione dell'intervento in oggetto, del tipo LATERALE con setto trasversale o con paratoia a valle, si è proceduto a stimare gli abitanti equivalenti che gravano su detto tronco, fino alla sezione di interesse su cui verrà realizzato lo sfioratore, nei pressi di Loc. Cà Rossa.

□ **Stima abitanti equivalenti di origine civile**

La stima è stata condotta tenendo conto di documentazioni aggiornate circa gli abitanti del Comune di Monforte d'Alba, Barolo, e alcune frazioni di La Morra (Boiolo, Torriglione), ovvero del bacino sotteso a monte della Località scelta per la realizzazione dello scaricatore di piena.

La stima considera che gli a.e. di origine civile che gravano su detto collettore siano pari a 3.817 unità, secondo le seguenti risultanze:

<b>COMUNE</b>	<b>ABITANTI EQUIVALENTI ORIGINE CIVILE</b>
MONFORTE D'ALBA	2.026
BAROLO	711
LA MORRA (La Morra Sud, Fraz. Boiolo e Torriglione)	1.056
CASTIGLIONE FALLETTO (Cà Rossa)	24
<b>TOTALE</b>	<b>3.817</b>

In particolare, per i Comuni di Monforte d'Alba e Barolo si è assunto il dato di popolazione così come risultante al 01/01/2018 dagli archivi Istat, mentre per il Comune di La Morra il ramo fognario in arrivo alla frazione Ribattino di Barolo, che si innesta in rete consortile Langa Albese Monforte-Alba, serve quota parte della zona meridionale del Comune di La Morra, le intere Frazioni Boiolo e Torriglione ed è quantificabile in un'aliquota del 38% della intera popolazione comunale.

Il dato di popolazione assunto per la rete che serve la zona meridionale del Comune di La Morra, e le Frazioni Boiolo-Torriglione, non essendo di facile determinazione teorica, è stato verificato sperimentalmente a partire dalle portate misurate nel tratto terminale della rete fognaria nei pressi di Loc. Ribattino di Barolo, assumendo per ogni a.e. una dotazione idrica pro-capite di 250 (l/ab\*d).

Il tratto fognario di interesse ai fini del presente dimensionamento per quanto riguarda il solo Comune di Castiglione Falletto raggruppa esclusivamente la Frazione Cà Rossa, in quanto i reflui provenienti dal Capoluogo convergono su altro ramo di rete consortile Langa Albese (Ramo Serralunga).

Si assume un incremento (valutabile nell'ordine del 20%) degli abitanti equivalenti di origine civile dovuto all'apporto dei fluttuanti nelle seguenti risultanze:

<b>COMUNE</b>	<b>ABITANTI EQUIVALENTI ORIGINE CIVILE</b>	<b>ABITANTI EQUIVALENTI ORIGINE CIVILE- FLUTTUANTI</b>	<b>ABITANTI EQUIVALENTI ORIGINE CIVILE- TOTALI</b>
MONFORTE D'ALBA	2.026	405	2.431
BAROLO	711	142	853
LA MORRA (La Morra Sud, Fraz. Boiolo e Torriglione)	1.056	211	1.267
CASTIGLIONE FALLETTO (Cà Rossa)	24	5	29
<b>TOTALE</b>	<b>3.817</b>	<b>763</b>	<b>4.580</b>

### □ **Stima abitanti equivalenti di origine industriale**

Per la stima degli abitanti equivalenti di origine industriale, si è fatto ricorso ai dati a disposizione della SISI Srl sulle utenze autorizzate allo scarico, opportunamente trasformate in a.e. .

Per tenere in debito conto il contributo delle utenze eventualmente non autorizzate si è utilizzato un coefficiente di incremento cautelativo pari al 20%.

Si riporta la tabella utilizzata per la determinazione degli abitanti equivalenti di origine industriale.

<b>COMUNE</b>	<b>ABITANTI EQUIVALENTI ORIGINE INDUSTRIALE RILEVATI DA AUTORIZZAZIONI SISI Srl</b>	<b>INCREMENTO</b>	<b>A.E. DI ORIGINE INDUSTRIALE CONSIDERATO NEL DIMENSIONAMENTO.</b>
MONFORTE D'ALBA	5	1	6
BAROLO	275	55	330
LA MORRA (Fraz. Boiolo, Torriglione, La Morra Sud)	163	33	196
CASTIGLIONE FALLETTO	17	21	38
<b>TOTALE</b>	<b>460</b>	<b>110</b>	<b>570</b>

Si considera dunque un numero di a.e. totali civili + industriali gravanti pari a  $4.580 + 570 = 5.150$  unità .

Le determinazioni sugli abitanti equivalenti sopra riportate per quanto attiene agli insediamenti industriali e assimilabili, sono state eseguite, del tutto cautelativamente, a partire dal dato dichiarato dalle ditte di carico organico per quanto concerne i propri scarichi. Tali dati, del resto, almeno per quanto riguarda gli scarichi produttivi più significativi, vengono costantemente verificati e monitorati nel tempo nel corso delle ispezioni presso gli insediamenti produttivi condotte dal personale SISI Srl.

Il dimensionamento dello sfioratore che segue al punto successivo della presente relazione tecnica si fonda sull'assunzione di una dotazione idrica, per ciascun a.e., di 250 l/ab\*d.

### **3. CALCOLO DELLE PORTATE, DETERMINAZIONE DELL'ALTEZZA DI MOTO UNIFORME IN CONDOTTA, E DIMENSIONAMENTO DELLO SCOLMATORE.**

La portata media in tempo asciutto viene calcolata con riferimento alla dotazione idrica che assumiamo pari a 250 litri/(ab\*d).

Si ha pertanto:

$$Q_m = \varphi \cdot DI \cdot P / 86400$$

In cui:

- $\varphi$  = Coefficiente di afflusso in fognatura, assunto pari a 0,8
- DI = Dotazione Idrica pari a 250 l/(ab\*d)
- P = Numero di a.e. interessati; nel caso specifico 5.150 unità

Ne deriva pertanto che:

$$Q_m = 0,8 \cdot (250) \cdot 5150 / 86400 = 11,92 \text{ l/s}$$

Ne consegue che la portata  $5 \cdot Q_m$  risulta pari a 59,61 l/s.

**Lo sfioratore sarà dimensionato in base alle norme vigenti ed assicurerà il transito alla depurazione della portata  $5 \cdot Q_m$ , dunque esso dovrà attivarsi in caso di transito di una portata pari o superiore a 214,6 mc/ora.**

La tubazione consortile ha Diametro interno pari a 500 mm, e dunque, calcolando la portata a completo riempimento si ottiene il seguente valore:

$$Q_r = K_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{0.5} = 0,279 \text{ mc/s} = 1.004,4 \text{ mc/h}$$

Dove:

- $K_s$  = coefficiente di Strickler assunto pari a 75;
- $A = (\pi/4) \cdot D_i^2 = 0,1963 \text{ m}^2$  in cui  $D_i$  è il diametro interno della tubazione
- $R$  = raggio idraulico =  $D_i/4 = 0,119$
- $i$  = pendenza della tubazione = 0,0075

Ipotizzando moto uniforme, dunque, calcoliamo l'altezza d'acqua corrispondente al transito della portata di 214,6 mc/ora.

$$Q_0/Q_r = 214,6/1.004,4 = 0,214$$

In corrispondenza delle scale di deflusso normalizzate, per sezione circolare, si ricava che:

$$h/r = 0,625$$

da cui  $h_0$ , di moto uniforme, pari a 0,149 m che assumeremo pari a 15 cm.

#### **4. DIMENSIONAMENTO SOGLIA DI SFIORO E CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE**

Costruttivamente verrà posizionato un setto trasversale con luce di fondo, all'interno del pozzetto sulla tubazione di uscita, il cui compito sarà quello di "strozzare" la corrente prima dell'ingresso nella tubazione fognaria che da esso si diparte, come evidenziato nell'elaborato in allegato. La funzione del setto trasversale o della soglia è quindi quella di provocare un innalzamento del pelo libero subito a monte della paratoia stessa. La tubazione di sfioro è realizzata in PVC, presenta diametro 500 mm, ha una lunghezza di m. 100 circa e recapiterà nel Torrente Talloria, Sponda dx, nel punto meglio identificato a Catasto Comunale del Comune di Castiglione Falletto al Foglio 3 part. 7. Verrà posizionata una valvola antiriflusso sull'estremità della tubazione

sforante, per puri scopi precauzionali, onde evitare rigurgiti in fognatura derivanti da un considerevole innalzamento del livello idrico del Torrente Talloria.

Si posizionerà il setto trasversale in modo tale che la luce libera di passaggio dei reflui risulti di 15 cm, misurata a partire dal fondo di scorrimento della tubazione fognaria che dal pozzetto prosegue verso valle.

Ne deriva che al di sotto della luce fissata a 15 cm dal piano di scorrimento della tubazione la corrente scorrerà indisturbata e proseguirà il transito nelle condotte del ciclo idrico integrato.

Verrà inoltre realizzato un pozzetto di controllo e campionamento delle acque sfiorate immediatamente a valle della derivazione, ad elementi di Calcestruzzo prefabbricato, di dimensioni 100x 100 cm in pianta, con annessa finestratura della tubazione di sfioro.

#### 4.1 VERIFICHE STATICHE

La tubazione che verrà posata sarà in PVC-U a parete a triplo strato liscia interna-esterna EN 13476 SN16 tipo A1 con giunto a bicchiere e guarnizione preinserita.

La tubazione avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- Classe di rigidità anulare SN 16;
- Diametro esterno pari a 500 mm;
- $s=19,1$  mm (Spessore della tubazione);
- $r=(D-s)/2=(500-19,1)/2=240,45$  mm = 0,240 m (Raggio medio della tubazione)
- $E_s=2.800$  KN/mq ( modulo di elasticità del terreno che avvolge la tubazione);
- $E_{t, \text{ istantaneo}}=3.600.000$  KN/mq (modulo di elasticità del materiale costituente la tubazione)
- $E_{t, \text{ lungo termine}}=1.750.000$  KN/mq (modulo di elasticità del materiale costituente la tubazione)

A protezione del tubo si prescrive l'esecuzione di un letto di posa in sabbia di tipo granitica di cava o di fiume di idonea granulometria (< 10%fini) accuratamente compattato dello spessore minimo di 15 cm ed un primo rinterro (Sempre in sabbia) per almeno 15 cm al di sopra della generatrice superiore. La costipazione verrà eseguita solo sui fianchi del tubo.

Il successivo rinterro della tubazione avverrà utilizzando il materiale precedentemente estratto che risulta essere limo argilloso- sabbioso coesivo (Vagliato per escluderne eventuali trovanti ritenuti inidonei), opportunamente costipato.

La verifica statica di una tubazione interrata consiste nell'accertare che i carichi agenti sulla struttura provochino tensioni e deformazioni ammissibili, cioè compatibili con il materiale costituente la tubazione e con le esigenze di progetto.

Il criterio di verifica da adottare dipende dal comportamento della tubazione nei confronti della deformabilità, cioè dall'elasticità in sito. La distinzione tra struttura a comportamento rigido o flessibile viene effettuata per mezzo del coefficiente di elasticità in sito (n):

$$n=(E_s/E_t) * (r/s)^3$$

In cui:

- $E_s=2.800$  KN/mq ( modulo di elasticità del terreno che avvolge la tubazione);
- $E_{t, \text{ istantaneo}}=3.600.000$  KN/mq (modulo di elasticità del materiale costituente la tubazione)
- $r=(D-s)/2=(500-19,1)/2=240,45$  mm = 0,240 m (Raggio medio della tubazione)
- $s=19,1$  mm (Spessore della tubazione);

Ne deriva che:

$$n=1,55$$

Per cui il comportamento della tubazione interrata è flessibile se risulta  $n \geq 1$

Sottoporremo a verifica due sezioni significative: la sezione 7 (profondità di posa maggiore) e la sezione 14 (profondità di posa più superficiale in cui è possibile nella zona scelta il passaggio di mezzi cingolati e quindi si è in presenza di carichi dovuti ai sovraccarichi mobili).

#### 4.1.1 Calcolo dei Carichi dovuti al Rinterro [Sez 7]

Il carico dovuto al rinterro viene calcolato in maniera differente a seconda che la posa sia in trincea stretta o in trincea larga. Si dice che un tubo avente diametro esterno (D) sia posato in trincea stretta quando la larghezza della trincea (B) a livello della generatrice superiore del tubo e l'altezza del rinterro (H) al di sopra di questa generatrice soddisfano una delle seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} B &\leq 2D \text{ con } H \geq 1,5 B \\ 2D &< B < 3D \text{ con } H \geq 3,5 B \end{aligned}$$

Si dice che un tubo è posato in trincea larga quando neanche una delle relazioni di cui sopra è verificata.

Valori di progetto Sezione 7:

$$D=0,50 \text{ m}$$

$$B= 1,4 \text{ m}$$

$$H=2,025 \text{ m}$$

***La tipologia di trincea risulta essere larga.***

Per la posa in trincea larga il carico dovuto al rinterro ( $P_{ST}$ ) viene valutato secondo la seguente espressione:

$$P_{ST}=H*Y_t* D$$

Dove:

- ✓  $P_{ST}$ : è il carico verticale del suolo sul tubo in N/m
- ✓  $Y_t$ : è il peso specifico del rinterro in  $N/m^3$
- ✓ D: Diametro esterno tubo in m;

Assumendo  $Y_t=21 \text{ KN/mc}$  ne consegue che:

$$\star \underline{P_{ST}= 21,26 \text{ KN/m}}$$

#### 4.1.2 Calcolo dei Carichi dovuti ai sovraccarichi mobili [Sez 7]

La valutazione del carico a livello della generatrice superiore del tubo, dovuto al transito di un mezzo circolante ad un'altezza H sopra la generatrice superiore del tubo, si effettua considerando per il caso specifico- strade carrarecce- un sovraccarico verticale distribuito (ad esempio trattore a

cingoli). La normativa UNI 7517 fornisce la seguente espressione di stima dell'effetto di un sovraccarico mobile distribuito:

$$P_{din} = C_d * p_d * D * \varphi$$

Dove:

- $P_{din}$  è il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo in N/m;
- $C_d$  è il Coefficiente di sovraccarico mobile, funzione delle dimensioni dell'orma e dell'altezza H del rinterro;
- $p_d$  è il sovraccarico mobile distribuito in N/m<sup>2</sup> assumibile pari a 49050 N/m<sup>2</sup>;
- D è il diametro esterno del tubo in m;
- $\varphi$  è il fattore dinamico

Per il mezzo cingolato, si può usare la seguente espressione di stima di  $C_d$ :

$$C_d = 0,215 H^{-1,489} = 0,0752$$

Il fattore dinamico per strade può essere calcolato con l'espressione  $\varphi = 1 + 0.3/H$  (strade) ed è quindi pari a 1,148.

✚ Ne consegue che il carico assunto è pari a 2,12 KN/m.

#### 4.1.3 Calcolo del carico dovuto alla massa d'acqua contenuta dentro il tubo [Sez 7]

Il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per  $\frac{3}{4}$  ( $P_a$ ) è funzione del diametro interno e si calcola con la formula:

$$P_a = 5788 * D^2$$

✚ Risulta pertanto  $P_a = 1,339$  KN/m

#### 4.1.4 Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna [Sez 7]

✚ Nel caso in oggetto non si è in presenza di canalizzazione posta sotto il livello della falda freatica.

#### 4.1.5 Verifica Inflessione diametrale a lungo termine [Sez 7]

L'inflessione massima anticipata nella tubazione, con il 95% della probabilità, è fornita dalla seguente espressione:

$$\Delta y = [(D_e * P_{ST} + P_{din}) * K_x * r^3] / [E_t * I + 0,061 * K_a * E_s * r^3] + \Delta a$$

In cui:

- $\Delta y$  è l'inflessione verticale del tubo;
- $D_e$  è il fattore di ritardo d'inflessione che tiene conto che il terreno continua a costiparsi nel tempo (Per rinterro poco profondo con grado di costipamento da moderato a elevato è assumibile pari a 2,0);
- $P_{ST}$  è il carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza [N/cm]
- $P_{din}$  è il carico mobile sul tubo per unità di lunghezza [N/cm]

- $K_x$ : è il coefficiente di inflessione, che dipende dalla capacità di sostegno fornita dal suolo all'arco inferiore d'appoggio del tubo. Per fondo sagomato con materiale di riempimento moderatamente costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor  $\geq 85\%$  e  $< 95\%$ ) o materiale di letto e rinfiacco di tipo ghiaioso è pari a 0,103;
- $r$  è il raggio del tubo pari a  $(D-s)/2$  [cm]
- $E_t \cdot I$  è il fattore di rigidità trasversale della tubazione [Ncm] con  $I=s^3/12$
- $E_s$  è il modulo elastico del Terreno [N/cmq]
- $K_a, \Delta a$  sono parametri che consentono di passare dall'inflessione media (50% di probabilità) all'inflessione massima caratteristica (frattile di ordine 0,95 della distribuzione statistica dell'inflessione). [ $\Delta a=0$  e  $K_a=0,75$  per  $H \leq 4,9$  m].

$$\downarrow \Delta y = [(2 \cdot 212,6 + 21,2) \cdot 0,103 \cdot 24^3] / [175000 \cdot (1,91^3/12)] + 0,061 \cdot 0,75 \cdot 280 \cdot 24^3] + 0 = 2,28 \text{ cm}$$

Nota la deformazione assoluta si calcola la deformazione relativa come rapporto fra  $\Delta y$  e il diametro esterno e ne deriva che la deformazione è del 4,5% (minore del 5% del Diametro iniziale della condotta).

#### 4.1.6 Verifica all'Instabilità all'equilibrio elastico [Sez 7]

In una tubazione interrata, la pressione che determina l'instabilità elastica (pressione di buckling) dipende, non solamente dall'indice di rigidità della tubazione ma anche dal modulo elastico del suolo che circonda la tubazione ( $E_s$ ) in quanto il sistema terreno-tubazione si comporta come una unica entità. L'espressione di stima della pressione ammissibile di buckling è:

$$q_a = (1/FS) \cdot [32 \cdot R_w \cdot B' \cdot E_s \cdot (E_t \cdot I/D^3)]^{0,5}$$

FS: Fattore di progettazione pari a 2,5;

$R_w$ : Fattore di spinta idrostatica della falda eventualmente presente  $R_w = 1 - 0,33 \cdot (H_w/H)$  con  $0 \leq H_w \leq H$

$H_w$ : Altezza della superficie libera della falda sulla sommità della tubazione;

$B'$ : Coefficiente empirico di supporto elastico  $B' = (1/(1 + 4 \cdot e^{-0,213H}))$

RG: Indice di Rigidità =  $E_t \cdot I/D^3$

$I$ : Momento di Inerzia del tubo  $I = s^3/12$

$E_t = 1.750.000$  KN/mq (modulo di elasticità del materiale costituente la tubazione a lungo termine)

Risulta:

- $R_w = 1$
- $H_w = 0$
- $B' = 0,278$
- $RG = 0,801 \text{ N/cm}^2 = 8008 \text{ N/m}^2$

$$q_a = (1/FS) \cdot [32 \cdot R_w \cdot B' \cdot E_s \cdot (E_t \cdot I/D^3)]^{0,5}$$

$$q_a = (1/2,5) \cdot [32 \cdot 0,278 \cdot 280 \cdot (175000 \cdot 0,572/50^3)]^{0,5} = 17,86 \text{ N/cm}^2$$

La verifica all'instabilità elastica si esegue confrontando la pressione ammissibile di buckling ( $q_a$ ) con la risultante della pressione dovuta ai carichi esterni applicati in presenza di sovraccarichi mobili ( $p_e$ ):

$$P_e = \phi_w \cdot H_w + (R_w \cdot P_{ST}/D) + (P_{din}/D)$$

Dove:

$\varphi_w$ : Peso specifico dell'acqua pari a 1000 N/mc;

Per cui  $P_e = 8,492 \text{ N/cm}^2$

Deve risultare, per il soddisfacimento della verifica che  $P_e \leq q_a$ .  
La verifica è pertanto soddisfatta.

#### 4.1.7 Verifica della massima sollecitazione di flessione [Sez 7]

La sollecitazione massima di flessione che risulta dall'inflessione del tubo non deve eccedere la resistenza a flessione a lungo termine del prodotto, ridotta di un fattore di sicurezza:

$$\sigma = D_f * E_t * (\Delta y / D) * (s / D) \leq \sigma_{lim} / \mu$$

In cui:

$\sigma$ : Tensione dovuta alla deflessione diametrale;

RG: indice di Rigidezza  $= E_t * I / D^3 = 8008 \text{ N/cm}^2$

$D_f$ : Fattore di forma funzione dell'indice di Rigidezza (RG) della tubazione e delle caratteristiche geotecniche del rinterro (Composizione granulometrica e grado di costipamento);

$E_t$ : modulo di elasticità a lungo termine del materiale costituente la tubazione;

$\sigma_{lim}$ : Tensione limite ultima (per il PVC-U pari a  $8200 \text{ N/cm}^2$ );

$\mu$ : Coefficiente di sicurezza, fissato di norma in 1,5.

Assumiamo  $D_f$  pari a 3,6 (Tipo di materiale di sottofondo e rinfianco di tipo sabbioso da naturale a leggero).

$$\sigma = 3,6 * 175000 * (0,0456) * (0,038) \leq 8200 / 1,5$$

Si ha che:  $\sigma = 1.092 \text{ N/cm}^2 \leq 5467 \text{ N/cm}^2$

E quindi la verifica è soddisfatta.

---

#### 4.2.1 Calcolo dei Carichi dovuti al Rinterro [Sez 14]

Valori di progetto Sezione 14:

- $D = 0,50 \text{ m}$
- $B = 1,4 \text{ m}$
- $H = 0,664 \text{ m}$

***La tipologia di trincea risulta essere larga.***

Per la posa in trincea larga il carico dovuto al rinterro ( $P_{ST}$ ) viene valutato secondo la seguente espressione:

$$P_{ST} = H * \gamma_t * D$$

Dove:

- ✓  $P_{ST}$ : è il carico verticale del suolo sul tubo in N/m
- ✓  $\gamma_t$ : è il peso specifico del rinterro in  $\text{N/m}^3$
- ✓  $D$ : Diametro esterno tubo in m;

Assumendo  $\gamma_t = 21$  KN/mc ne consegue che:

$$P_{ST} = 6,98 \text{ KN/m}$$

#### 4.2.2 Calcolo dei Carichi dovuti ai sovraccarichi mobili [Sez 14]

La valutazione del carico a livello della generatrice superiore del tubo, dovuto al transito di un mezzo circolante ad un'altezza H sopra la generatrice superiore del tubo, si effettua considerando per il caso specifico- strade carrarecce- un sovraccarico verticale distribuito (ad esempio trattore a cingoli). La normativa UNI 7517 fornisce la seguente espressione di stima dell'effetto di un sovraccarico mobile distribuito:

$$P_{din} = C_d * p_d * D * \varphi$$

Dove:

- $P_{din}$  è il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo in N/m;
- $C_d$  è il Coefficiente di sovraccarico mobile, funzione delle dimensioni dell'orma e dell'altezza H del rinterro;
- $p_d$  è il sovraccarico mobile distribuito in N/m<sup>2</sup> assumibile pari a 49050 N/m<sup>2</sup>;
- D è il diametro esterno del tubo in m;
- $\varphi$  è il fattore dinamico

Per il mezzo cingolato, si può usare la seguente espressione di stima di  $C_d$ :

$$C_d = 0,215 H^{-1,489} = 0,3956$$

Il fattore dinamico per strade può essere calcolato con l'espressione  $\varphi = 1 + 0.3/H$  (strade) ed è quindi pari a 1,4518.

$$\text{Ne consegue che il carico assunto è pari a } 14,085 \text{ KN/m.}$$

#### 4.2.3 Calcolo del carico dovuto alla massa d'acqua contenuta dentro il tubo [Sez 14]

Il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo dovuto alla massa d'acqua contenuta nel tubo riempito per  $\frac{3}{4}$  ( $P_a$ ) è funzione del diametro interno e si calcola con la formula:

$$P_a = 5788 * D^2$$

$$\text{Risulta pertanto } P_a = 1,339 \text{ KN/m}$$

#### 4.2.4 Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna [Sez 14]

Nel caso in oggetto non si è in presenza di canalizzazione posta sotto il livello della falda freatica.

#### 4.2.5 Verifica Inflessione diametrale a lungo termine [Sez 14]

L'inflessione massima anticipata nella tubazione, con il 95% della probabilità, è fornita dalla seguente espressione:

$$\Delta y = [(D_e * P_{ST} + P_{din}) * K_x * r^3] / [E_t * I + 0,061 * K_a * E_s * r^3] + \Delta a$$

In cui:

- $\Delta y$  è l'inflessione verticale del tubo;
- $D_e$  è il fattore di ritardo d'inflessione che tiene conto che il terreno continua a costiparsi nel tempo (Per rinterro poco profondo con grado di costipamento da moderato a elevato è assumibile pari a 2,0);
- $P_{ST}$  è il carico verticale del suolo sul tubo per unità di lunghezza [N/cm]
- $P_{din}$  è il carico mobile sul tubo per unità di lunghezza [N/cm]
- $K_x$ : è il coefficiente di inflessione, che dipende dalla capacità di sostegno fornita dal suolo all'arco inferiore d'appoggio del tubo. Per fondo sagomato con materiale di riempimento moderatamente costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor  $\geq 85\%$  e  $< 95\%$ ) o materiale di letto e rinfiacco di tipo ghiaioso è pari a 0,103;
- $r$  è il raggio del tubo pari a  $(D-s)/2$  [cm]
- $E_t \cdot I$  è il fattore di rigidità trasversale della tubazione [Ncm] con  $I=s^3/12$
- $E_s$  è il modulo elastico del Terreno [N/cm<sup>2</sup>]
- $K_a, \Delta a$  sono parametri che consentono di passare dall'inflessione media (50% di probabilità) all'inflessione massima caratteristica (frattile di ordine 0,95 della distribuzione statistica dell'inflessione). [ $\Delta a=0$  e  $K_a=0,75$  per  $H \leq 4,9$  m].

$$\Delta y = [(2 \cdot 69,8 + 140,85) \cdot 0,103 \cdot 24^3] / [(175000 \cdot (1,91^3/12)) + 0,061 \cdot 0,75 \cdot 280 \cdot 24^3] + 0 = 1,43 \text{ cm}$$

Nota la deformazione assoluta si calcola la deformazione relativa come rapporto fra  $\Delta y$  e il diametro esterno e ne deriva che la deformazione è del 2,87% (minore del 5% del Diametro iniziale della condotta).

#### 4.2.6 Verifica all'Instabilità all'equilibrio elastico [Sez 14]

In una tubazione interrata, la pressione che determina l'instabilità elastica (pressione di buckling) dipende, non solamente dall'indice di rigidezza della tubazione ma anche dal modulo elastico del suolo che circonda la tubazione ( $E_s$ ) in quanto il sistema terreno-tubazione si comporta come una unica entità. L'espressione di stima della pressione ammissibile di buckling è:

$$q_a = (1/FS) \cdot [32 \cdot R_w \cdot B' \cdot E_s \cdot (E_t \cdot I/D^3)]^{0,5}$$

FS: Fattore di progettazione pari a 2,5;

$R_w$ : Fattore di spinta idrostatica della falda eventualmente presente  $R_w = 1 - 0,33 \cdot (H_w/H)$  con  $0 \leq H_w \leq H$

$H_w$ : Altezza della superficie libera della falda sulla sommità della tubazione;

$B'$ : Coefficiente empirico di supporto elastico  $B' = (1/(1 + 4 \cdot e^{-0,213H}))$

RG: Indice di Rigidezza =  $E_t \cdot I/D^3$

I: Momento di Inerzia del tubo  $I = s^3/12$

$E_t = 1.750.000$  KN/mq (modulo di elasticità del materiale costituente la tubazione a lungo termine)

Risulta:

- $R_w = 1$
- $H_w = 0$
- $B' = 0,22$
- $RG = 0,801 \text{ N/cm}^2 = 8008 \text{ N/m}^2$

$$q_a = (1/FS) * [32 * R_w * B' * E_s * (E_t * I/D^3)]^{0,5}$$

$$q_a = (1/2,5) * [32 * 0,22 * 280 * (175000 * 0,572/50^3)]^{0,5} = 15,89 \text{ N/cm}^2$$

La verifica all'instabilità elastica si esegue confrontando la pressione ammissibile di buckling ( $q_a$ ) con la risultante della pressione dovuta ai carichi esterni applicati in presenza di sovraccarichi mobili ( $p_e$ ):

$$P_e = \varphi_w * H_w + (R_w * P_{ST}/D) + (P_{din}/D)$$

Dove:

$\varphi_w$ : Peso specifico dell'acqua pari a 1000 N/mc;

Per cui  $P_e = 4,213 \text{ N/cm}^2$

Deve risultare, per il soddisfacimento della verifica che  $P_e \leq q_a$ .

La verifica è pertanto soddisfatta.

#### 4.2.7 Verifica della massima sollecitazione di flessione [Sez 14]

La sollecitazione massima di flessione che risulta dall'inflessione del tubo non deve eccedere la resistenza a flessione a lungo termine del prodotto, ridotta di un fattore di sicurezza:

$$\sigma = D_f * E_t * (\Delta y/D) * (s/D) \leq \sigma_{lim}/\mu$$

In cui:

$\sigma$ : Tensione dovuta alla deflessione diametrale;

RG: indice di Rigidezza  $= E_t * I/D^3 = 8008 \text{ N/cm}^2$

$D_f$ : Fattore di forma funzione dell'indice di Rigidezza (RG) della tubazione e delle caratteristiche geotecniche del rinterro (Composizione granulometrica e grado di costipamento);

$E_t$ : modulo di elasticità a lungo termine del materiale costituente la tubazione;

$\sigma_{lim}$ : Tensione limite ultima (per il PVC-U pari a  $8200 \text{ N/cm}^2$ );

$\mu$ : Coefficiente di sicurezza, fissato di norma in 1,5.

Assumiamo  $D_f$  pari a 3,6 (Tipo di materiale di sottofondo e rinfianco di tipo sabbioso da naturale a leggero).

$$\sigma = 3,6 * 175000 * (0,0286) * (0,038) \leq 8200/1,5$$

Si ha che:  $\sigma = 685 \text{ N/cm}^2 \leq 5467 \text{ N/cm}^2$

E quindi la verifica è soddisfatta.

## 5. DESCRIZIONE SINTETICA DEI MATERIALI

Si riporta di seguito una descrizione sintetica dei materiali costituenti i principali elementi tecnici della fognatura oggetto della presente progettazione.

### Tubazioni

Tubi DN500, SN16, PVC-U rispondenti alla norma UNI EN 13274-2. I Tubi verranno forniti dalla stazione appaltante con acquisto in economia, pertanto sono esclusi dall'appalto.

### Chiusini

I chiusini saranno in ghisa sferoidale rispondente alle norme 124-2, classe D400 per traffico intenso, a telaio circolare o quadrato con suggello circolare articolato autocentrante ed estraibile con bloccaggio di sicurezza in posizione aperta, munito di guarnizione in elastomero antirumore peso Kg. 90 ca.: telaio rotondo, H100 mm, Diametro mm 850, passo d'uomo mm. 600 minimi.

#### Pozzetto ispettivo

Il pozzetto da realizzare sarà adibito al campionamento delle acque reflue scolmate. Esso sarà in cls, prefabbricato, di dimensioni interne di cm 100 x100 e profondità illustrata nell'elaborato Profilo Longitudinale (Pozzetto B).

#### Valvola di non ritorno

In corrispondenza dello sbocco finale della Tubazione andrà installata una valvola antireflusso, DN 500, in PVC, sulla tubazione scolmatrice, onde evitare rigurgiti determinati da un considerevole innalzamento del Torrente Talloria durante le piene.

### **6. VINCOLI**

L'intervento contemplato nel presente Progetto riguarda sostanzialmente la posa di tubazioni fognarie interrate e di pozzetto di ispezione.

Gli interventi sono redatti in conformità agli strumenti urbanistici vigenti ( Piano Regolatore Generale del Comune di Castiglione Falletto) coordinati con la pianificazione territoriale e le norme applicabili.

Sulla base di detti strumenti normativi, gli interventi sono soggetti ad una serie di vincoli in considerazione dei quali si precisa che:

- Le azioni progettuali non determinano un aumento del carico antropico nell'area;
- Le nuove costruzioni non comportano una diminuzione della capacità di invaso dell'asta fluviale del Torrente Talloria né alterano l'assetto idrogeologico del corso d'acqua e del territorio circostante;
- Le nuove costruzioni non costituiscono ostacolo al deflusso delle piene del Torrente Talloria né aumentano il rischio idraulico;
- I nuovi manufatti non possono trovare localizzazione alternativa rispetto a quella definita nel presente studio per inderogabili motivazioni di ordine tecnico-gestionale.

L'area oggetto di intervento risulta soggetta ai seguenti vincoli:

**Vincolo di Tutela Paesaggistico** ai sensi del D.Lgs. 42/2004, art. 142 lett. "g" in quanto territorio coperto da foreste e boschi. Per le opere in oggetto tuttavia non verrà richiesta l'autorizzazione paesaggistica alla luce di quanto disposto dal D.P.R. 31/2017 "Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura semplificata" che nell'allegato A riporta gli interventi ed opere in aree vincolate esclusi dall'autorizzazione paesaggistica. Le opere in progetto sono infatti riconducibili agli interventi descritti nel punto A.15 del predetto Allegato, ossia "Realizzazione e manutenzione di interventi nel sottosuolo che non comportino la modifica permanente della morfologia del terreno e che non incidano sugli assetti vegetazionali".

**L'area oggetto di intervento NON risulta soggetta a Vincolo Idrogeologico.**

Il PRG richiama nelle norme di attuazione vigenti il ricorso alle definizioni di cui alle classi III della Circolare PGR 7/LAP/96 per le aree interessate dai lavori. La compatibilità

dell'intervento con l'equilibrio idrogeologico dell'area è valutata dalla Direzione Regionale OOPP nell'ambito della procedura autorizzativa dell'opera a seguito di specifica richiesta da parte del Responsabile del Procedimento.

L'area oggetto di intervento non risulta sottoposta a vincolo archeologico.

Ciò detto, giova richiamare, l'art.25 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.:

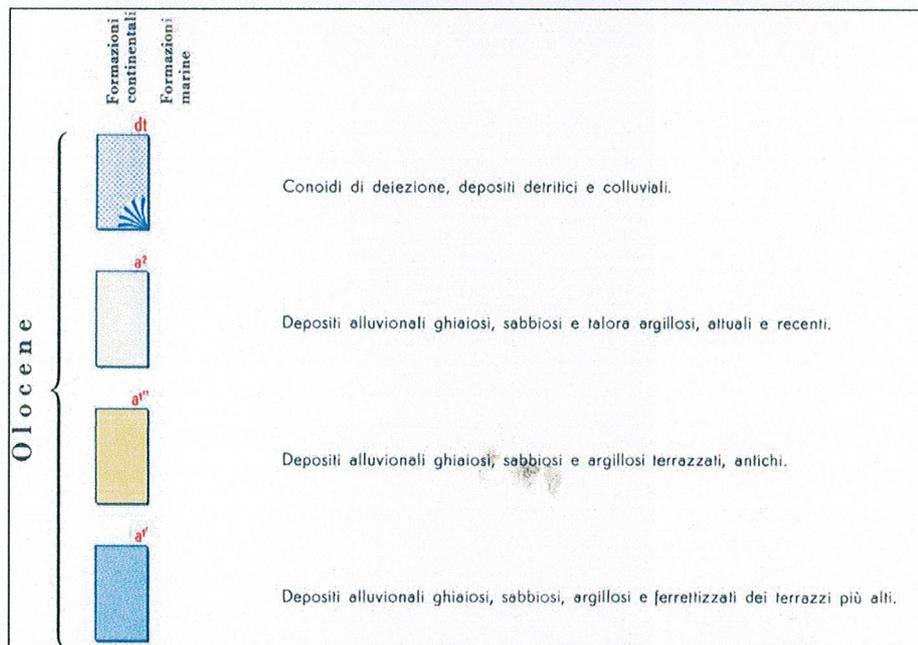
“Ai fini dell'applicazione dell'articolo 28, comma 4, del codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, per le opere sottoposte all'applicazione delle disposizioni del presente codice, le stazioni appaltanti trasmettono al soprintendente territorialmente competente, prima dell'approvazione, copia del progetto di fattibilità dell'intervento o di uno stralcio di esso sufficiente ai fini archeologici, ivi compresi gli esiti delle indagini geologiche e archeologiche preliminari, con particolare attenzione ai dati di archivio e bibliografici reperibili, all'esito delle ricognizioni volte all'osservazione dei terreni, alla lettura della geomorfologia del territorio, nonché, per le opere a rete, alle fotointerpretazioni. Le stazioni appaltanti raccolgono ed elaborano tale documentazione mediante i dipartimenti archeologici delle università, ovvero mediante i soggetti in possesso di diploma di laurea e specializzazione in archeologia o di dottorato di ricerca in archeologia. La trasmissione della documentazione suindicata non è richiesta per gli interventi che non comportino nuova edificazione o scavi a quote diverse da quelle già impegnate dai manufatti esistenti.”

Tutto ciò premesso, appare evidente che, considerata la natura dei lavori in progetto si può escludere la necessità di procedere alla verifica preliminare dell'interesse archeologico.

## **7. TERRENI ATTRAVERSATI**

### ***7.A CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE***

Si riporta di seguito la carta geologica d'Italia relativa alla zona di Castiglione Falletto (Foglio 81), con evidenziata l'area oggetto di intervento.



Secondo le indicazioni provenienti dalla Carta Geologica, la litologia superficiale interessata dall'intervento è caratterizzata sostanzialmente da depositi alluvionali. Poiché lo scavo per la posa in opera della condotta interessa strettamente lo strato superficiale del terreno, non sono state effettuate ulteriori indagini dirette sulle caratteristiche geologiche dei terreni.

### 7.B CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Dal punto di vista Geotecnico l'intervento in progetto risulta essere di modesta entità e non altera l'assetto idrogeologico dei luoghi.

In particolare, la maggior parte degli scavi in progetto interessano esclusivamente i primi metri di terreno senza creare problemi di stabilità o particolari interferenze idrogeologiche.

Occorre tuttavia che le operazioni di scavo, di realizzazione del letto di posa e di ricoprimento siano realizzate a “regola d’arte”, secondo i principi costruttivi riportati di seguito:

- La larghezza netta delle fosse con pareti verticali è data dalla somma della dimensione esterna della canalizzazione e dello spazio complessivo di lavoro, almeno pari a 100 cm;
- La suola della fossa viene realizzata conformemente alla pendenza di progetto, avendo cura di ripristinare l’originaria portanza del terreno smosso, mediante adeguato costipamento;
- Se la condotta viene posata direttamente sulla suola e ricalzato, occorre fare attenzione che la suola non abbia una compattezza superiore a quella del ricalzo;
- Se sul fondo della fossa affiora suolo di tipo legante deve essere temporaneamente difeso dall’imbibizione che provocherebbe rammollimento;
- Le canalizzazioni saranno costruite mantenendo il piano di posa costantemente all’asciutto;
- In caso di immissione e successivo ristagno nella fossa di scavo di acque superficiali o sorgive, ovvero nel caso in cui la suola della fossa si trovi ad una quota inferiore al livello della falda freatica, si dovrà provvedere alle necessarie opere di aggettamento o abbassamento della falda.

## **8. INTERFERENZE**

La realizzazione del collettore in esame comporterà l’attraversamento di n.2 fossi scolanti superficiali e di dimensioni veramente poco significative. Le lavorazioni saranno organizzate in maniera tale da minimizzare la larghezza dello scavo e l’alterazione dei caratteri morfologici dell’alveo, fermo restando che lo stato dei luoghi verrà ripristinato esattamente pari alle condizioni pre-intervento.

Il rinterro della trincea sarà effettuato con il terreno estratto durante le operazioni di scavo, avendo cura di disporre materiale di pezzatura gradualmente più grossolana (Ghiaia, ciottoli) negli strati maggiormente superficiali.

## **9. PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO**

Per dare corso all’intervento in progetto si rende necessario l’asservimento di aree private e precisamente quelle previste al NCT Comunale di Govone al Foglio 2 Part. 256 e al Foglio 3 Part. 1-2-6-7. Pertanto sono stati formalizzati accordi bonari con i proprietari interessati al fine di erogare le rispettive indennità di Occupazione Temporanea ed Asservimento.

## **10. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Gli interventi in progetto sono redatti in conformità alla seguente normativa di settore:

- ✓ L.R. 45/89 e s.m.i. “Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici”;
- ✓ Circolare del Presidente della Giunta regionale 3 aprile 2012, n. 4/AMD “Legge regionale 9 agosto 1989, n. 45 (Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici). Note interpretative e indicazioni procedurali.”;
- ✓ D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 “Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio”;
- ✓ D.P.C.M 15 dicembre 2005 “Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell’art. 146, comma 3, del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio di cui al D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42.”;
- ✓ D.Lgs. 9 Aprile 2008 n. 81 “Testo unico in materia di salute e sicurezza sul lavoro” coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009 n. 106 e s.m.i.

- ✓ D.lgs. 18 aprile 2016 n. 50 Codice-appalti pubblici “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2014/23/EU, 2014/24/EU, 2014/25/EU”;
- ✓ D.Lgs. 19 aprile 2017 n. 56 “Disposizioni integrative e correttive al Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50”;
- ✓ D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. “Norme in materia ambientale”;
- ✓ D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale”;
- ✓ D.Lgs. 29 giugno 2010, n. 128 “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69”;
- ✓ D.Lgs. 207/2010 per le parti non ancora abrogate.