

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA**

**U.O. GALLERIE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**ITINERARIO NAPOLI-BARI.**

**RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.**

**II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.**

**3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.**

Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze di superficie

SCALA:

-
---

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

IF0H    32    D    07    CL    GN0000    001    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	A. Duzi Nelli A. Corbo	Gennaio 2019	A. Corbo	Gennaio 2019	F. Carrone	Gennaio 2019	A. Sciotti Gennaio 2019

ITALFERR S.p.A.  
 U.O. GALLERIE  
 Dott. Ing. Alessandro  
 Ottone negli Ingegneri di Roma  
 n° 19846

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b></p>												
<p>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0H</td> <td>32 D 07</td> <td>CL</td> <td>GN0000 001</td> <td>A</td> <td>2 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	2 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	2 di 20								

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO .....	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI .....	5
3.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	5
3.3	DOCUMENTI SUPERATI .....	6
4	ALLEGATI.....	6
5	DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO.....	7
6	ANALISI DEGLI EFFETTI SUGLI EDIFICI INDOTTI DA SCAVI APERTI.....	7
6.1	STUDIO DELLA SUBSIDENZA.....	7
6.1.1	<i>Cedimenti in condizioni di campo libero</i> .....	7
6.2	STUDIO DEL DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI SENZA INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA.....	10
6.2.1	<i>Risultati</i> .....	11
7	ANALISI DEGLI EFFETTI SUGLI EDIFICI INDOTTI DA SCAVI IN SOTTERRANEO.....	12
7.1	STUDIO DELLA SUBSIDENZA.....	12
7.1.1	<i>Cedimenti in condizioni di campo libero</i> .....	12
7.2	STUDIO DEL DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI SENZA INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA.....	14
7.2.1	<i>Metodo della trave equivalente</i> .....	14
7.2.2	<i>Definizione delle categorie di danno</i> .....	16
7.2.3	<i>Risultati</i> .....	17
8	COMMENTO AI RISULTATI .....	19
9	CONCLUSIONI .....	20

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
	RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>32 D 07</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GN0000 001</b>	REV. <b>A</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione riguarda lo studio degli effetti degli scavi sugli edifici limitrofi, in particolare per la realizzazione delle opere di imbocco e delle gallerie naturali previste nell'ambito della progettazione definitiva per il raddoppio della linea Canello-Benevento sull'itinerario Napoli-Bari, in particolare per la tratta ferroviaria compresa tra l'impianto del PC di San Lorenzo (km 39+050) e l'impianto di Vitulano (km 46+950), caratterizzata da una lunghezza complessiva di circa 7,9 km.

Le gallerie oggetto di progettazione sono le seguenti:

PD FRASSO - VITULANO - LOTTO 3						
GALLERIA	p <sub>kinizio</sub>	p <sub>kfinale</sub>	L	Opera	L <sub>parziali</sub>	L <sub>TOT</sub>
[-]	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]
Ponte	41757,85	41849,50	91,65	GA scatolare + policentrica lato Canello	91,65	466,15
	41849,50	42185,40	335,9	GN05	335,9	
	42185,40	42224,00	38,6	GA policentrica + Becco di flauto lato Benevento	38,6	
Reventa	43134,35	43191,35	57	GA scatolare + policentrica lato Canello	57	228,2
	43191,35	43338,25	146,9	GN06	146,9	
	43338,25	43362,55	24,3	GA policentrica + scatolare lato Benevento	24,3	
Le Forche	43479,50	43514,00	34,5	GA policentrica + Becco di flauto lato Canello	34,5	2246,5
	43514,00	45677,40	2163,4	GN07	2163,4	
	45677,40	45726,00	48,6	GA policentrica + Becco di Flauto lato Benevento	48,6	

**Tabella 1 - Progressive delle gallerie di linea del Lotto 3**

La sezione tipo di galleria è a singola canna, doppio binario e verrà scavata con metodo tradizionale. Per l'inquadramento generale delle opere in sotterraneo si rimanda al documento "Relazione tecnica delle opere in sotterraneo" (Rif. [1]).

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA IF0H	LOTTO 32 D 07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN0000 001	REV. A	FOGLIO 4 di 20

## 2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Scopo del documento è l'analisi delle problematiche relative agli effetti indotti in superficie dalla subsidenza prodotta dallo scavo delle gallerie in oggetto e dalle opere d'imbocco, per la verifica di stati limite di esercizio connessi alla funzionalità delle strutture interferenti presenti a piano campagna.

Il lavoro è basato essenzialmente sui dati ottenuti da:

- caratterizzazione geotecnica dei terreni attraversati dall'opera in progetto;
- planimetrie e profili di tracciato;
- cartografia di progetto;
- sopralluogo in situ.

Il censimento degli edifici potenzialmente interferenti con le opere in progetto è stato definito integrando i rilievi topografici della cartografia di progetto con i dati provenienti dal sopralluogo effettuato in situ.

Si è eseguita la distinzione tra gli edifici situati in adiacenza al tratto in naturale delle gallerie ed al tratto in artificiale, in quanto i due casi hanno richiesto metodi differenti per la valutazione del campo di subsidenza.

La metodologia di lavoro si è articolata nelle seguenti fasi, distinte per opere interferite da scavi all'aperto o in sotterraneo:

- all'aperto:
  1. studio della subsidenza (§ 6.1): definizione dei cedimenti potenzialmente indotti sulle interferenze a piano campagna dalla realizzazione dell'opera di imbocco mediante metodi semi-empirici di determinazione delle curve di subsidenza in condizioni di campo libero (Rif. [24]);
  2. eventuale studio del danneggiamento degli edifici senza interazione terreno-struttura (§ 6.2) nel caso di cedimenti superiori al centimetro: valutazione dei potenziali danni indotti sugli edifici in superficie dalle curve di subsidenza definite al punto 1, mediante il metodo semplificato della "trave equivalente" (Rif. [15] e Rif. [16]); tale metodo di calcolo, coerentemente con le ipotesi di campo libero con cui sono definiti i cedimenti, non considera la rigidità degli edifici e l'interazione terreno-struttura, e per questo, tipicamente, sovrastima la previsione di danno;
  3. eventuale studio del danneggiamento degli edifici con interazione terreno-struttura: valutazione dei danni potenzialmente indotti sulle opere in superficie utilizzando un procedimento semi-empirico (Rif. [14]) in grado di tener conto, seppur in via approssimata, dell'interazione terreno-struttura.
- in sotterraneo:
  1. Studio della subsidenza (§ 7.1): definizione dei cedimenti potenzialmente indotti sulle interferenze a piano campagna dallo scavo della galleria mediante metodi semi-empirici di determinazione delle curve di subsidenza in condizioni di campo libero (Rif. [14]);
  2. Studio del danneggiamento degli edifici senza interazione terreno-struttura (par. 7.2), come sopra;
  3. Eventuale studio del danneggiamento degli edifici con interazione terreno-struttura, come sopra.

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>32 D 07</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GN0000 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>5 di 20</b>

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per i riferimenti normativi si rimanda al § 3 della “Relazione tecnica delle opere in sotterraneo” (Rif. [1]).

#### 3.1 Documenti Referenziati

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti elaborati:

- Rif. [1] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RGGN0000001C “Relazione tecnica delle opere in sotterraneo” datato Gennaio 2019;
- Rif. [2] U.O. Gallerie, doc IF0H32D07F5GN0000001C “Profilo geotecnico – Galleria Ponte, Galleria Reventa e Galleria Le Forche” datato Gennaio 2019;
- Rif. [3] U.O. Gallerie, doc IF0H32D07F6GN0000001C “Profilo geotecnico – Galleria Le Forche – Finestra costruttiva/Uscita di emergenza pk 44+294.87 km e Uscita di emergenza 45+105.57 km” datato Gennaio 2019;
- Rif. [4] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RBGN0500001A “Galleria Ponte. Relazione geotecnica e di calcolo.” datato Gennaio 2019;
- Rif. [5] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RBGA0000001A “Galleria Ponte. Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco” datato Gennaio 2019.
- Rif. [6] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RBGN0600001A “Galleria Reventa. Relazione geotecnica e di calcolo.” datato Gennaio 2019.
- Rif. [7] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RBGA0000002A “Galleria Reventa. Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco” datato Gennaio 2019.
- Rif. [8] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RBGN0700001A “Galleria Le Forche. Relazione geotecnica e di calcolo.” datato Gennaio 2019.
- Rif. [9] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RBGA0000003A “Galleria Le Forche. Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco” datato Gennaio 2019.
- Rif. [10] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RBGN1000001A “Galleria Le Forche - Uscita di emergenza pk 44+294 km”. Relazione geotecnica e di calcolo.” datato Gennaio 2019.
- Rif. [11] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RBGA0000004A “Galleria Le Forche - Uscita di emergenza pk 44+294 km”. Relazione geotecnica e di calcolo delle opere di imbocco.” datato Gennaio 2019.
- Rif. [12] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RBGN1100001A “Galleria Le Forche - Uscita di emergenza pk 45+105 km” datato Gennaio 2019.
- Rif. [13] U.O. Gallerie, documento IF0H32D07RBGA0000005A “Galleria Le Forche - Uscita di emergenza pk 45+105 km delle opere di imbocco” datato Gennaio 2019.

#### 3.2 Documenti Correlati

I documenti correlati, la cui lettura è consigliata per allargare la conoscenza dell’ambito del quale il presente documento si inquadra, sono:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b></p>												
<p>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0H</td> <td>32 D 07</td> <td>CL</td> <td>GN0000 001</td> <td>A</td> <td>6 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	6 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	6 di 20								

- Rif. [14] Peck R.B. (1969). Deep excavations and tunnelling in soft ground. SOA Report 7th Int. Conf. SMFE Mexico City, State of the Art Volume;
- Rif. [15] Burland, J.B. (1995). Assessment of risk of damage to buildings due to tunnelling and excavation. Invited Special Lecture. In: 1st Int. Conf. on Earthquake Geotech. Engineering, IS Tokyo '95;
- Rif. [16] Mair, R.J., Taylor, R.N. e Burland, J.B. (1996). Prediction of ground movements and assessment of risk of building damage due to bored tunnelling. Proc. of the International Symposium on Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground. Balkema, Rotterdam;
- Rif. [17] Potts, D.M. e Addenbrooke, T.I. (1997). A structure's influence on tunnelling-induced ground movements. Proc. Instn. Civ. Engrs. Geotech. Engineering;
- Rif. [18] Attewell, P.B. e Woodman, J.P. (1982). Predicting the dynamics of ground settlement and its derivatives caused by tunnelling in soil. Ground Engineering;
- Rif. [19] Attewell, P.B. et al (1986). Soil movements induced by tunnelling and their effects on pipelines and structures. Blackie, Glasgow;
- Rif. [20] O'Reilly, M.P. e New, B.M. (1982). Settlements above tunnels in the united kingdom - their magnitude and prediction. Tunnelling 82. The Institution of Mining and Metallurgy, London;
- Rif. [21] Burland J.B. e Wroth C.P. (1974). Settlements of buildings and associated damage. SOA Review Conf. Settlement of Structures, Cambridge, Pentech Press, London;
- Rif. [22] Burland J.B. (1997). Assessment of risk of damage to buildings due to tunnelling and excavation. Earthquake Geotechnical Engineering, Ishihara (ed.). Balkema, Rotterdam;
- Rif. [23] Boscardin M.D. e Cording E.G. (1989). Building response to excavation-induced settlement. Jnl. Geo. Engrg. ASCE, 115.
- Rif. [24] Paratieplus2017, Teoria – “Metodo Paratie Plus per la valutazione dei cedimenti verticali” – cap.6 Paratie Plus 2017 – teoria, Milano, Ceas, 2016

### 3.3 Documenti Superati

Non sono presenti documenti superati.

## 4 ALLEGATI

Il documento è corredato dai seguenti allegati:

- All. [1] [Risultati delle analisi di danno].

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA IF0H	LOTTO 32 D 07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN0000 001	REV. A	FOGLIO 7 di 20

## 5 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

I contenuti della presente relazione sono utilmente completati e arricchiti dai seguenti elaborati di progetto:

- Rif. [1] U.O. Gallerie, documento n.° IF0H32D07RHGN0000001A “Schede descrittive dei fabbricati interferenti”, datato Giugno 2017;
- Rif. [2] U.O. Gallerie, documento n.° IF0H32D07P7GN0000002A “Planimetria opere interferenti con livello di danno Tav.1 di 3”, datato Giugno 2017;
- Rif. [3] U.O. Gallerie, documento n.° IF0H32D07P7GN0000003A “Planimetria opere interferenti con livello di danno Tav.2 di 3”, datato Giugno 2017;
- Rif. [4] U.O. Gallerie, documento n.° IF0H32D07P7GN0000004A “Planimetria opere interferenti con livello di danno Tav.3 di 3”, datato Giugno 2017;
- Rif. [5] U.O. Gallerie, documento n.° IF0H32D07PZGN0000001A “Planimetria di monitoraggio Tav.1 di 3”, datato Giugno 2017;
- Rif. [6] U.O. Gallerie, documento n.° IF0H32D07PZGN0000002A “Planimetria di monitoraggio Tav.2 di 3”, datato Giugno 2017;
- Rif. [7] U.O. Gallerie, documento n.° IF0H32D07PZGN0000003B “Planimetria di monitoraggio Tav.3 di 3”, datato Settembre 2018.

## 6 ANALISI DEGLI EFFETTI SUGLI EDIFICI INDOTTI DA SCAVI APERTI

### 6.1 Studio della subsidenza

Sono interessati da tale studio gli edifici dal n. 14 al n. 17.

La prima fase di analisi riguarda la previsione della subsidenza in condizioni di campo libero (*green field*), cioè in assenza di edifici.

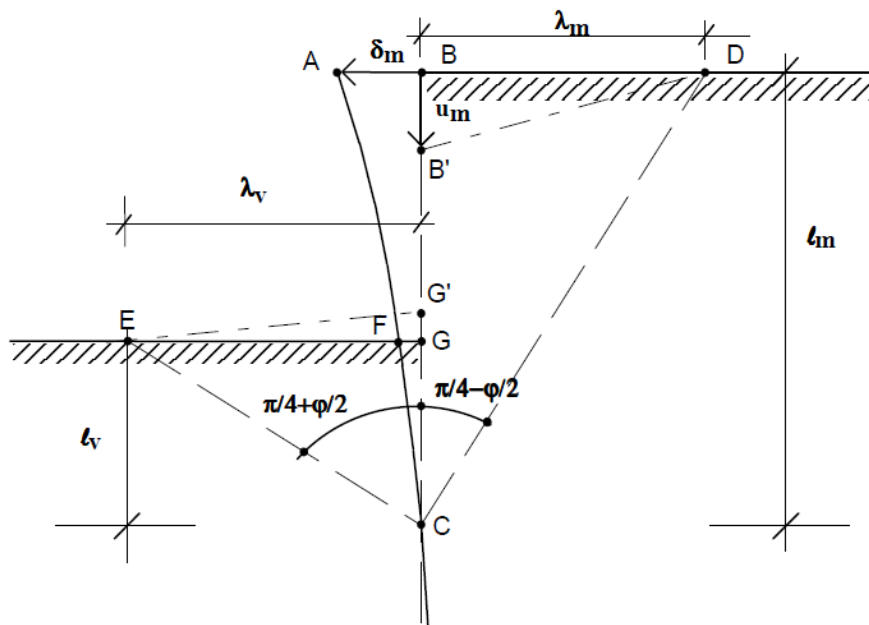
#### 6.1.1 Cedimenti in condizioni di campo libero

Lo studio dei cedimenti indotti dallo scavo in prossimità delle opere di imbocco è stato eseguito mediante il metodo di calcolo del software Paratie Plus (Rif. [24]); esso sfrutta correlazioni di letteratura per legare le deformazioni laterali della parete di sostegno ai cedimenti del piano campagna a monte dello scavo. L’analisi viene eseguita a valle del calcolo della paratia, eseguita tenendo conto della stratigrafia di progetto e delle fasi realizzative considerate per ciascuna opera.

Di seguito si descrive brevemente il metodo di calcolo adottato.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
	RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>32 D 07</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GN0000 001</b>	REV. <b>A</b>

Facendo riferimento alla simbologia in Figura 1, relativa ad una paratia a mensola, i cedimenti della superficie libera del terreno a monte e a valle possono essere stimati calcolando il volume di terreno che subisce uno spostamento orizzontale.



**Figura 1 – Valutazione dei cedimenti**

Si calcola l'area  $A^*$  del triangolo ABC sulla base degli spostamenti laterali (interpolando linearmente tra il punto C di spostamento nullo e il punto di spostamento massimo). In prima approssimazione si può ammettere che il terreno oltre le linee CD e CE non subisca deformazioni. In ipotesi di variazione di volume nulla durante la deformazione, è possibile distribuire il cedimento linearmente tra B e D in modo tale che l'area

$$BB'D = A^*, \text{ per cui } BB' = 2A^*/\lambda_m.$$

Discorso analogo potrebbe essere ripetuto per la zona EGC facendo riferimento all'area di valle.

In realtà però il terreno, deformandosi, tende a dilatare. Definito  $\psi$  l'angolo di dilatanza, tra la deformazione volumetrica  $v = (\varepsilon_v + \varepsilon_h)/2$  e lo scorrimento massimo  $\gamma = [(\varepsilon_v - \varepsilon_h)/2]$  esiste una semplice relazione di proporzionalità:

$$v = -\gamma \cdot \tan\psi \rightarrow \varepsilon_v = -\varepsilon_h \cdot \frac{1 - \tan\psi}{1 + \tan\psi}$$

Se si assume che la deformata sia lineare, si può calcolare la deformazione media di monte:

$$\varepsilon_h^M = \delta_m/\lambda_m = \text{costante}$$

si ha allora:



	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
	RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>32 D 07</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GN0000 001</b>	REV. <b>A</b>

$$\varepsilon_v^M = -\varepsilon_h^M \cdot \frac{1 - \tan\psi}{1 + \tan\psi}$$

il cedimento verticale in superficie, fra B e D varierà linearmente da un valore massimo in B, pari a:

$$u_m = \varepsilon_v^M \cdot l_m$$

ossia

$$u_m = -\delta_m \left( \frac{1 - \tan\psi}{1 + \tan\psi} \right) \cdot \frac{l_m}{\lambda_m}$$

ed un valore nullo di D.

Il rapporto  $l_m/\lambda_m$  è  $\cot B\hat{C}D$  vale a dire la cotangente dell'angolo che la presunta linea di demarcazione tra la regione che subisce deformazioni ed il resto del terreno forma con la verticale.

Il valore di  $\psi$  da assumere nei calcoli è il valore della dilatanza a collasso. In mancanza di dati più precisi si può assumere:

$$\psi = \phi - \phi_{cv}$$

ove  $\phi_{cv}$  è l'angolo di attrito a volume costante che per terreni sabbiosi può essere assunto uguale a 30°;  $\psi$  non può mai essere negativo.

A tale schema semplice si propone una estensione per applicare il metodo anche a diverse situazioni di vincolo della parete.

Considerato un generico punto C sulla parete, a quota z: la rotazione della parete  $\theta_c$  in questa posizione definisce la direzione della tangente alla deformata in C (Figura 2, a sinistra).

Data una fittizia paratia a mensola, rappresentata da quella tangente, al di sopra di C, che ruota rigidamente attorno a C, lo spostamento laterale fittizio a testa paratia, associato a tale rotazione è:

$$y_{Z_{TOP}}^C = \theta_c \cdot (Z_{TOP} - Z_C)$$

A questo schema di calcolo, possiamo quindi applicare le equazioni prima ricavate e valutare i cedimenti associati a tale deformata, prendendo  $l_m = (Z_{TOP} - Z_C)$ . Se ripetiamo tale procedura per una serie di punti C differenti lungo la parete, è possibile sommare algebricamente tutti i contributi, ottenendo così un profilo complessivo dei cedimenti in superficie che incorpora la deformata non di mensola della paratia.

Quando il piede della parete subisce un movimento significativo, è necessaria un'ulteriore correzione: viene generato (quanto possibile) un punto fittizio (chiamato *pivot*) legato allo spostamento e alla rotazione del piede (P in Figura 2). Applicando le medesime equazioni con riferimento a tale problema, si ottiene un ulteriore termine da sommare algebricamente al resto dei contributi.

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
	RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>32 D 07</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GN0000 001</b>	REV. <b>A</b>

Secondo la Figura 2, a destra, talora non è possibile definire P, con ciò rendendo impossibile l'applicazione di tale metodo.

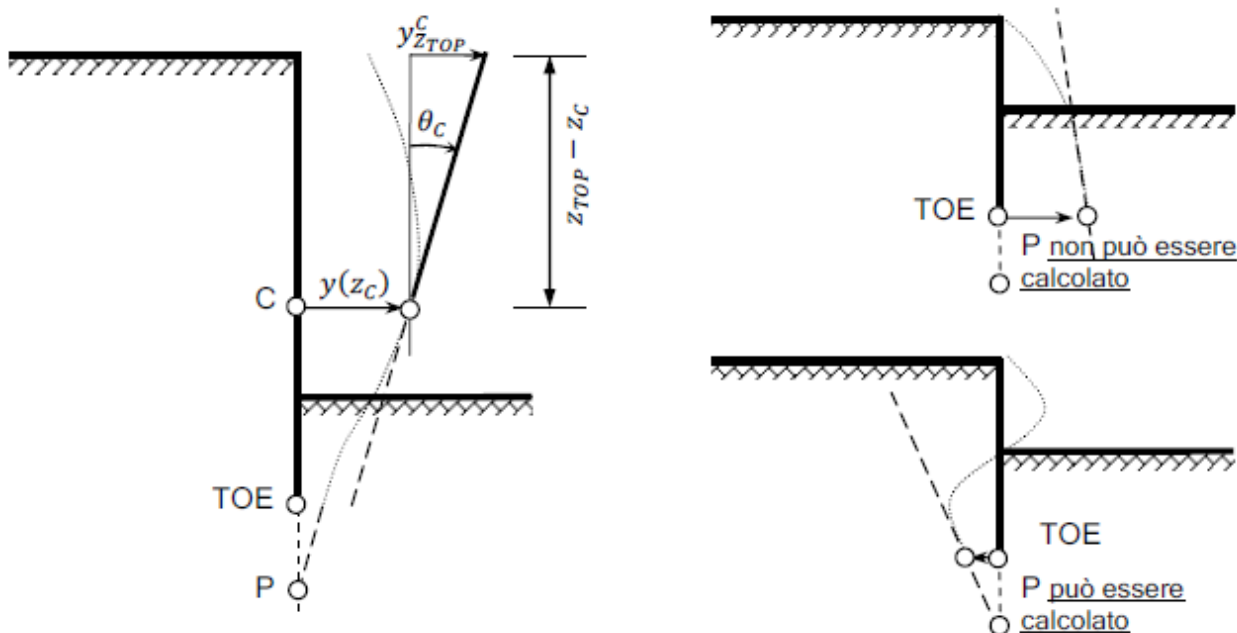


Figura 2 – metodo PARATIE PLUS – aggiunta successive correzioni

## 6.2 Studio del danneggiamento degli edifici senza interazione terreno-struttura

Calcolate le curve di subsidenza in condizioni di campo libero, è possibile studiarne gli effetti in termini di studio del danneggiamento degli edifici interferenti.

Come ampiamente descritto al par. 7.2.2 la severità del danno indotto sugli edifici interferiti dagli scavi è definita in funzione delle deformazioni di estensione subite e classificata in “categorie di danno”, come riportato nella tabella seguente.

Categoria di Danno	Grado di severità
0	Trascurabile
1	Molto lieve
2	Lieve
3	Moderato
4	Severo
5	Molto severo

Tabella 2 – Classificazione del danno

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA IF0H	LOTTO 32 D 07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN0000 001	REV. A	FOGLIO 11 di 20

### 6.2.1 Risultati

I cedimenti massimi in campo libero relativamente agli edifici analizzati risultano inferiori al cm (vedi All. [1]); si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo delle opere di imbocco siano trascurabili e non sono state eseguite ulteriori valutazioni, associando quindi a tali edifici una categoria di danno 0.

N°Edificio	Categoria di Danno
14	0
15	0
16	0
17	0

**Tabella 3 - Categorie di danno *green field* – scavo all’aperto**

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
	RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>32 D 07</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GN0000 001</b>	REV. <b>A</b>

## 7 ANALISI DEGLI EFFETTI SUGLI EDIFICI INDOTTI DA SCAVI IN SOTTERRANEO

### 7.1 Studio della subsidenza

Sono interessati da tale studio gli edifici dal n. 18 al n. 25.

Come premesso, la prima fase di analisi riguarda la previsione della subsidenza in condizioni di campo libero (*green field*), cioè in assenza di edifici.

#### 7.1.1 Cedimenti in condizioni di campo libero

La curva dei cedimenti indotti a piano campagna in senso trasversale all'asse della galleria è schematizzabile, con buona approssimazione, con una curva di probabilità normale, secondo la seguente equazione (Rif. [14]):

$$S_v = \frac{0.313 \cdot V_p \cdot \phi^2}{(k \cdot z_0)} \cdot e^{\left(\frac{-y^2}{2i^2}\right)}$$

dove:

- $S_v$  : cedimento nel punto posto alla distanza  $y$  dall'asse della galleria;
- $V_p$  : volume della conca di subsidenza in superficie per unità di lunghezza;
- $\phi$  : diametro della galleria;
- $k$  : coefficiente adimensionale dipendente dalla natura dei terreni interessati;
- $z_0$  : profondità dell'asse della galleria dal piano campagna;
- $i = k \cdot z_0$  : distanza del punto di flesso della curva di subsidenza dall'asse della galleria.

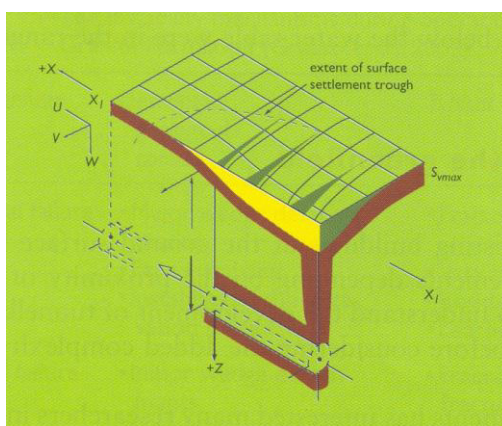
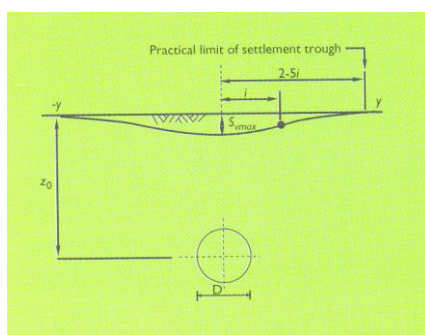


Figura 3 – Conca di subsidenza

I limiti trasversali del bacino di subsidenza, oltre i quali gli spostamenti possono considerarsi trascurabili, si individuano alla distanza  $y = \pm 2.5 i$ , dove risulta un cedimento inferiore al 5% del cedimento massimo (Rif. [16]).

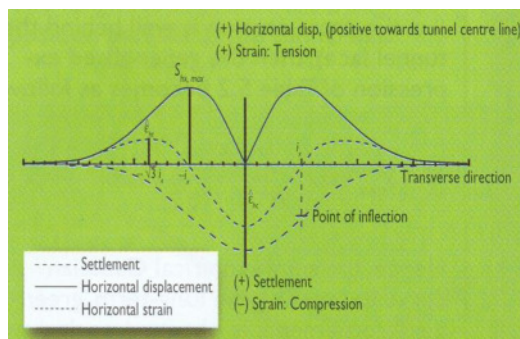
	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
	RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>32 D 07</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GN0000 001</b>	REV. <b>A</b>

In senso longitudinale all'asse della galleria la subsidenza è schematizzabile, con buona approssimazione, con la curva integrale della funzione definita per l'andamento trasversale dei cedimenti. Tale curva è caratterizzata da un parametro  $i$  uguale a quello adottato per la sezione trasversale, e da un valore di cedimento in corrispondenza del fronte di scavo della galleria pari al 50% del cedimento finale massimo (Rif. [18] e Rif. [19]).



**Figura 4 – la curva trasversale dei cedimenti**

Gli spostamenti (e le deformazioni) orizzontali associati ai cedimenti possono calcolarsi, a partire da questi ultimi, ipotizzando che il vettore spostamento complessivo sia sempre diretto verso l'asse della galleria (Rif. [20]).



**Figura 5 – spostamenti e deformazioni orizzontali**

Per quanto sopra, ai fini della valutazione della subsidenza in superficie, è necessario definire il parametro  $V_p$  ed il coefficiente  $k$ ; all'aumentare del primo corrisponde un aumento direttamente proporzionale dei cedimenti; all'aumentare del secondo, cambia la forma della curva trasversale dei cedimenti, che diventa più ampia ma con un cedimento massimo inferiore.

Nella analisi eseguite, sia  $V_p$  che  $k$  sono stati fatti variare nell'ambito di intervalli di interesse.

Per il volume perso le analisi sono state ripetute con  $V_p$  pari a 1%, 1,5% e 2%, in modo da analizzare sia scenari deformativi in linea con le attese, sia scenari di rischio legati a eventuali imprevisti in fase di caso.

Per il coefficiente  $k$  sono state ripetute analisi con valori di 0,35 e 0,50; il primo è rappresentativo di terreni a comportamento prevalentemente granulare, il secondo è rappresentativo di terreni a comportamento prevalentemente coesivo. Con tali valori è stato possibile tener conto dei diversi scenari attesi secondo le stratigrafie di progetto che, sulla base delle risultanze delle campagne geognostiche, prevedono, per la maggioranza degli edifici interferenti, la presenza di un contesto geologico sostanzialmente omogeneo,

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
	RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>32 D 07</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GN0000 001</b>	REV. <b>A</b>

costituito da successioni marine del substrato ricoperte da depositi quaternari di origine alluvionale e detritico-colluviale.

In particolare, lo scavo della galleria naturale Ponte (fabbricati da n.14 a n.22) interessa per tutto il suo sviluppo i terreni ghiaioso-sabbiosi dei depositi alluvionali terrazzati (bn1).

Lo scavo della galleria naturale Reventa (fabbricati da n.23 a n.24) interessa l'unità del Fortore per tutto il suo sviluppo, in particolare i termini calcareo-marnosi delle Argille Varicolori Superiori (ALVb). Nel tratto centrale si rinvencono a circa 20-25 sopra il piano ferro della galleria i depositi alluvionali terrazzati in facies ghiaioso-sabbiosa.

Nel tratto centrale della Galleria Le Forche (fabbricato n.25), presso la pk 44+650 la galleria attraversa la facies calcareo-dolomitica (ALVc) per passare alla facies argilloso-marnosa (ALVa) ricoperti da uno strato di depositi alluvionali terrazzati in facies ghiaioso-sabbiosa.

Per tutti gli approfondimenti del caso, riguardo il modello geotecnico di riferimento, si rimanda agli elaborati di progetto dedicati (Rif. [2] e Rif. [3]).

## 7.2 Studio del danneggiamento degli edifici senza interazione terreno-struttura

Calcolate le curve di subsidenza in condizioni di campo libero, è possibile studiarne gli effetti in termini di studio del danneggiamento degli edifici interferenti.

Ai fini del censimento degli edifici interferenti e della relativa caratterizzazione sono stati considerati i rilievi topografici della cartografia di progetto, ed i dati provenienti dal sopralluogo effettuato in situ. Le dimensioni e l'altezza degli edifici sono state ricavate dal rilievo topografico. La tipologia strutturale degli edifici (telai in calcestruzzo armato o muratura portante) è stata definita in base ai dati acquisiti da sopralluogo; nei casi incerti, a favore di sicurezza, si è assunta la condizione strutturale di muratura portante.

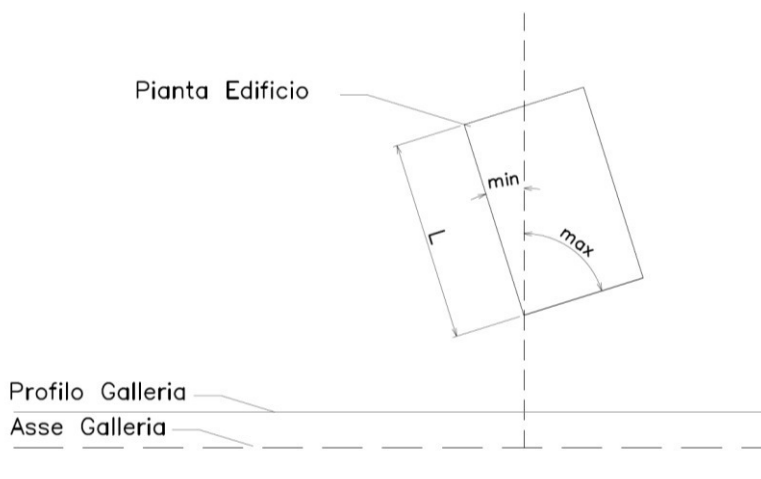
La presenza del piano interrato è stata definita da sopralluogo; nei casi incerti, a favore di sicurezza, se ne è ipotizzata la presenza (a tale scopo si faccia riferimento alle relative schede di censimento (Rif. [1])). La presenza del piano interrato oltre ad avere effetto sull'altezza totale del fabbricato, influisce sulla distanza tra l'opera (piano fondale) con l'asse di galleria.

### 7.2.1 Metodo della trave equivalente

Gli edifici vengono analizzati nel piano trasversale all'asse della galleria, considerando gli effetti combinati dei cedimenti e degli spostamenti orizzontali.

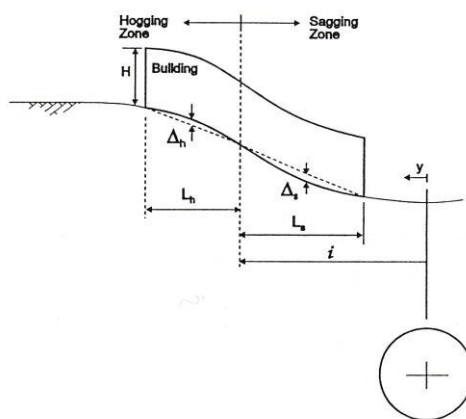
Secondo il metodo della trave equivalente le interferenze vengono schematizzate come travi elastiche prive di peso, di altezza  $H$  e lunghezza  $L$  (Rif. [21] e Rif. [22]). Per edifici che in generale non si sviluppano ortogonalmente all'asse della galleria, la lunghezza  $L$  è definita secondo lo schema riportato in Figura 6 e corrisponde alla lunghezza del lato dell'edificio più prossimo alla direzione ortogonale all'asse della galleria; l'altezza  $H$  dell'edificio è calcolata a partire dal piano di posa delle fondazioni.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
	RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>32 D 07</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GN0000 001</b>	REV. <b>A</b>



**Figura 6 – Definizione della lunghezza della trave equivalente**

Alla trave equivalente così definita viene imposto il profilo dei cedimenti calcolato in condizioni di campo libero.



**Figura 7 – metodo della trave equivalente**

Devono distinguersi le tratte cosiddette di “*sagging*”, in cui il profilo dei cedimenti presenta concavità rivolta verso l’alto e le deformazioni orizzontali sull’interferenza sono di compressione, e le tratte cosiddette di “*hogging*”, in cui il profilo dei cedimenti presenta concavità rivolta verso il basso e le deformazioni orizzontali sono di estensione.

Per ciascuna di queste tratte, di lunghezza  $L_i$ , dal calcolo dei rapporti di inflessione  $\Delta/L_i$ , e per combinazione delle singole componenti di deformazione (flessionali  $\varepsilon_f$ , di taglio  $\varepsilon_t$  ed orizzontali  $\varepsilon_y$ ), si determina la massima deformazione di estensione  $\varepsilon_{totale}$ , secondo le seguenti formulazioni:

 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</p>												
<p>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0H</td> <td>32 D 07</td> <td>CL</td> <td>GN0000 001</td> <td>A</td> <td>16 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	16 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	16 di 20								

$$\varepsilon_f = \frac{\Delta/L_i}{\left[ \frac{L_i}{12t} + \frac{3IE}{2tL_iHG} \right]}$$

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta/L_i}{\left[ 1 + \frac{HL_i^2G}{18IE} \right]}$$

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta S_h}{L_i}$$

dove:

- I = modulo di inerzia ( $H^3/12$  in *sagging* ;  $H^3/3$  in *hogging*);
- E/G = rapporto tra il modulo elastico e il modulo di taglio della trave equivalente (12,5 per fabbricati intelaiati in cemento armato e 2,6 per fabbricati in muratura portante);
- t = distanza dell'asse neutro dal bordo teso della trave ( $H/2$  in *sagging*; H in *hogging*).
- $\Delta S_h$  = differenza tra gli spostamenti orizzontali alle estremità dell'interferenza sulla singola tratta analizzata (*sagging/hogging*).

$$\varepsilon_{totale} = \varepsilon_y + \varepsilon_f \quad (\text{condizione di flessione})$$

$$\varepsilon_{totale} = 0.35 \cdot \varepsilon_y + \left[ (0.65 \cdot \varepsilon_y)^2 + \varepsilon_t^2 \right]^{0.5} \quad (\text{condizione di taglio, } \nu = 0.3)$$

### 7.2.2 Definizione delle categorie di danno

Alla massima deformazione di estensione calcolata, viene fatta corrispondere una stima del livello di danno atteso sull'interferenza, secondo la classificazione riassunta in Tabella 4 (Rif. [23]).



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
	RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA <b>IF0H</b>	LOTTO <b>32 D 07</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>GN0000 001</b>	REV. <b>A</b>

Categoria di danno	Grado di severità	Descrizione	Deformazione limite di estensione $\epsilon_{lim}$ (%)
0	Trascurabile	Fessure capillari con apertura $\leq 0.1$ mm	0.00 ÷ 0.05
1	Molto lieve	Fessure sottili cui si rimedia facilmente con lavori di tinteggiatura. Il danno in genere è limitato agli intonaci delle pareti interne. Fessure alle pareti esterne rilevabili con attento esame. Tipica apertura delle lesioni $\leq 1$ mm	0.05 ÷ 0.075
2	Lieve	Fessure facilmente stuccabili, nuova tinteggiatura probabilmente necessaria. Le fessure ricorrenti possono essere mascherate con opportuni rivestimenti. Fessure visibili anche all'esterno: può essere necessaria qualche ripresa della stillatura per garantire l'impermeabilità. Possibili difficoltà nell'apertura di porte e finestre. Tipica apertura delle lesioni $\leq 5$ mm	0.075 ÷ 0.15
3	Moderato	Le fessure richiedono cucì e scuci della muratura. Anche all'esterno sono necessari interventi sulla muratura. Possibile blocco di porte e finestre. Rottura di tubazioni. Spesso l'impermeabilità non è garantita. Tipica apertura delle lesioni 5 ÷ 15 mm oppure numero elevato di lesioni con apertura $\leq 3$ mm	0.15 ÷ 0.30
4	Severo	Necessarie importanti riparazioni, compresa demolizione e ricostruzione di parti di muri, specie al di sopra di porte e di finestre. I telai di porte e di finestre si distorcono: percepibile pendenza dei pavimenti. Muri inclinati o spanciati; qualche perdita d'appoggio di travi. Tubazioni distrutte. Tipica apertura delle lesioni 15 ÷ 25 mm, dipendente anche dal numero delle lesioni	> 0.30
5	Molto severo	Richiesti importanti lavori con parziale o totale demolizione e ricostruzione. Le travi perdono l'appoggio, i muri si inclinano fortemente e richiedono puntellatura. Pericolo di instabilità. Tipica apertura delle lesioni $\leq 25$ mm, dipendente anche dal numero delle lesioni	

**Tabella 4 - Classificazione delle categorie di danno**

Per valori delle deformazioni di estensione entro i limiti della categoria di danno 2, sono attesi solo danni estetici. In categoria 3 si sviluppano danni che compromettono parzialmente la funzionalità della struttura. Alle categorie 4 e 5 corrispondono danni di tipo strutturale.

Quale limite da considerare a garanzia della funzionalità delle interferenze, si assume il valore della deformazione di estensione di 0.15%, che segna il confine tra la 2<sup>a</sup> e la 3<sup>a</sup> categoria di danno (cfr. Tabella 4).

### 7.2.3 Risultati

In Tabella 5 sono riassunti i risultati di tutte le analisi condotte per ciascuna interferenza in termini di categoria di danno attesa; l'ultima colonna riporta la massima categoria di danno calcolata nelle diverse condizioni esaminate. Per ulteriori dettagli sui risultati delle analisi si rimanda alle schede raccolte nell'allegato 1 alla relazione (All. [1]).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI.</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO.</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.</b> <b>3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b>					
	RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE	COMMESSA IF0H	LOTTO 32 D 07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN0000 001	REV. A

N°Edificio	K=0.35			K=0.5			Categoria di Danno
	Vp=1%	Vp=1.5%	Vp=2%	Vp=1%	Vp=1.5%	Vp=2%	
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	1	2	0	0	0	2
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0

**Tabella 5 – Categorie di danno senza interazione terreno-struttura – scavo in sotterraneo.**

Per tutti gli edifici oggetto di analisi, risulta associata categoria di danno 0 ed in un solo caso pari a 2 (a cui corrispondono danni lievi). In considerazione della natura semplificata e conservativa del metodo di calcolo, la verifica può considerarsi soddisfatta senza la necessità di approfondire ulteriormente il grado di dettaglio delle analisi.

 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b></p>												
<p>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF0H</td> <td>32 D 07</td> <td>CL</td> <td>GN0000 001</td> <td>A</td> <td>19 di 20</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	19 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	19 di 20								

## 8 COMMENTO AI RISULTATI

I risultati delle analisi descritte ai paragrafi precedenti hanno evidenziato che la stima del danno associa agli edifici dal n.14 al n.25 una categoria di danno 0 (trascurabile/molto lieve), ad eccezione dell'edificio n. 22 a cui è associata categoria di danno 2 (lieve).

La tabella che segue mostra il riepilogo delle analisi eseguite e del danno atteso.

N°Edificio	Tipo di scavo	Categoria di Danno	Livello di approfondimento
14	Artificiale	0	1-green field
15	Artificiale	0	1-green field
16	Artificiale	0	1-green field
17	Artificiale	0	1-green field
18	Naturale	0	2-trave equivalente
19	Naturale	0	2-trave equivalente
20	Naturale	0	2-trave equivalente
21	Naturale	0	2-trave equivalente
22	Naturale	2	2-trave equivalente
23	Naturale	0	2-trave equivalente
24	Naturale	0	2-trave equivalente
25	Naturale	0	2-trave equivalente

**Tabella 6 – Riepilogo analisi e categorie di danno per edifici interferiti**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b></p>												
<p>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0H</td> <td>32 D 07</td> <td>CL</td> <td>GN0000 001</td> <td>A</td> <td>20 di 20</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	20 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	20 di 20								

## 9 CONCLUSIONI

In tale documento sono stati analizzati gli effetti indotti dallo scavo delle gallerie Ponte, Reventa, Le Forche e dei relativi imbocchi.

Sono stati utilizzati metodi di calcolo con crescente grado di approfondimento, metodi empirici per la valutazione della subsidenza in condizioni di campo libero ed analisi in condizioni di interazione terreno-struttura.

Da tali analisi è emerso che per tutti gli edifici interferenti individuati, in relazione allo scavo delle gallerie, sono attesi danni nulli, lievi in un caso.

Ad ogni modo, in progetto è prevista un'adeguata campagna di monitoraggio a presidio dei lavori e delle interferenze sopracitate.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.</b></p>												
<p>RELAZIONE SULLA VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE E VERIFICA DEGLI EFFETTI INDOTTI SULLE INTERFERENZE DI SUPERFICIE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>ALLEGATO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF0H</td> <td>32 D 07</td> <td>CL</td> <td>GN0000 001</td> <td>A</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	ALLEGATO	IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	1
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	ALLEGATO								
IF0H	32 D 07	CL	GN0000 001	A	1								

## ALLEGATO 1

<b>TITOLO</b>	Risultati delle analisi di danno
<b>TIPO DI DOCUMENTO:</b>	Documento - Formato A4
<b>CODIFICA:</b>	-
<b>PAGINE:</b>	14
<b>DATA:</b>	Gennaio 2019
<b>SORGENTE:</b>	U.O. Gallerie Italferr S.p.A.
<b>NOTE:</b>	-

## **ANALISI SENZA INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA**

**EDIFICIO n. 14 - PK 41+797**

**Informazioni Edificio**

<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Tipo di struttura</b>	<b>Note</b> La struttura è composta da un unico corpo in muratura di 2 piani in elevazione, parzialmente destinato ad uso commerciale (piano terra). Al piano terra è presente una copertura in lamiera che collega il corpo principale del fabbricato con l'ampliamento. E' presente una scala in ferro che collega il primo piano con il tetto, adibito presumibilmente a terrazzo. Al lato posteriore dell'edificio vi è una tettoia adibita a deposito.
Residenziale e commerciale	muratura	
<b>Altezza (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	
7.00	14.80	
<b>Stato di conservazione generale</b>	<b>Larghezza (m)</b>	
	15.00	
	<b>Piani fuori terra</b>	2
ottimo <input checked="" type="checkbox"/>	<b>Piani entro terra</b>	
buono <input type="checkbox"/>		0
discreto <input type="checkbox"/>		
scarso <input type="checkbox"/>		

**Informazioni Tracciato**

<b>Scavo di imbocco</b>		
<b>Distanza asse scavo - fondazione edificio (m)</b>	17.40	
<b>Profondità dello scavo</b>	0.00	
<b>Distanza estremi edificio - asse scavo imbocco (m)</b>	<b>Ysx</b>	<b>Ydx</b>
	11.90	26.90

**LEGENDA:**  
 $Y_{sx}$  = estremo sinistro  
 $Y_{dx}$  = estremo destro  
 $\epsilon_{max}$  = deformazione massima  
 $K$  = coefficiente di flessio  
 $V_p$  = volume perso in superficie

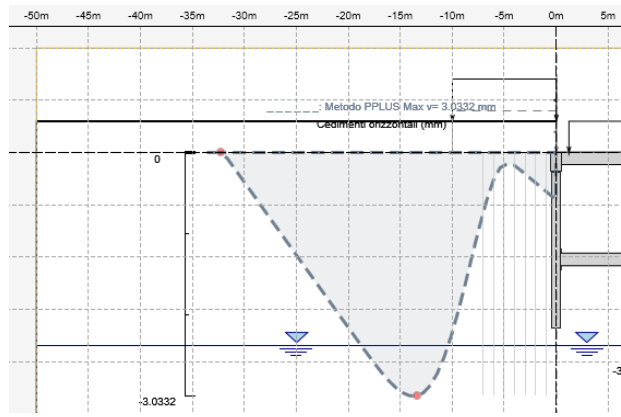
**Cedimento atteso - MODELLO XYZ (mm)**

<b>Ysx</b>	<b>Ydx</b>
2.900	0.810



**Nota:** qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

**ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO**



**EDIFICIO n. 15 - PK 41+797**

**Informazioni Edificio**

<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Tipo di struttura</b>	<b>Note</b> Edificio con telaio in cemento armato, pianta rettangolare, composto da un corpo a due piani ad un corpo a tre piani. Solo una porzione del piano inferiore risulta interrata. Presenta un porticato al piano inferiore sul lato nord ed un accesso carrabile. Si rileva la presenza di un fabbricato ad un piano (presumibilmente adibito a spogliatoio o deposito attrezzi) in prossimità della piscina esterna.
Residenziale	cemento armato	
<b>Altezza (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	
7.00	23.10	
<b>Stato di conservazione generale</b> ottimo <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> discreto <input type="checkbox"/> scarso <input type="checkbox"/>	<b>Larghezza (m)</b>	
	13.50	
	<b>Piani fuori terra</b>	2
	<b>Piani entro terra</b>	0

**Informazioni Tracciato**

<b>Scavo di imbocco</b>		<b>LEGENDA:</b>  $Y_{sx}$ = estremo sinistro $Y_{dx}$ = estremo destro $\epsilon_{max}$ = deformazione massima $K$ = coefficiente di flessione $V_p$ = volume perso in superficie	
<b>Distanza asse scavo - fondazione edificio (m)</b>	9.40		
<b>Profondità dello scavo</b>	0.00		
<b>Distanza estremi edificio - asse scavo imbocco (m)</b>	<b>Ysx</b>		<b>Ydx</b>
	40.30		53.80

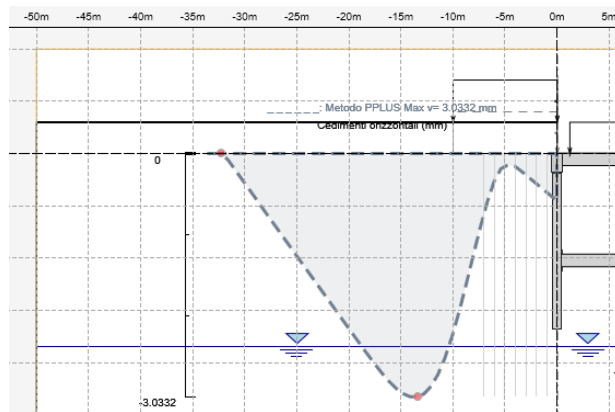
**Cedimento atteso - MODELLO XYZ (mm)**

<b>Ysx</b>	<b>Ydx</b>
0.000	0.000



**Nota:** qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

**ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO**





**EDIFICIO n. 16 - PK 41+822**

**Informazioni Edificio**

<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Tipo di struttura</b>	<b>Note</b> La struttura è composta da due edifici adiacenti con due ingressi separati. Struttura a telaio in cemento armato, pianta rettangolare, composto da un corpo a due piani ed un corpo a quattro piani. L'edificio più elevato presenta tettoie esterne adibite a parcheggi nel piazzale di accesso.
Residenziale e commerciale	cemento armato	
<b>Altezza (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	
16.00	20.90	
<b>Stato di conservazione generale</b>	<b>Larghezza (m)</b>	
ottimo <input type="checkbox"/> buono X discreto <input type="checkbox"/> scarso <input type="checkbox"/>	14.70 <b>Piani fuori terra</b> 4 <b>Piani entro terra</b> 1	

**Informazioni Tracciato**

<b>Scavo di imbocco</b>		<b>LEGENDA:</b> $Y_{sx}$ = estremo sinistro $Y_{dx}$ = estremo destro $\epsilon_{max}$ = deformazione massima $K$ = coefficiente di flessione $V_p$ = volume perso in superficie
<b>Distanza asse scavo - fondazione edificio (m)</b>	6.30	
<b>Profondità dello scavo</b>	0.00	
<b>Distanza estremi edificio - asse scavo imbocco (m)</b>	$Y_{sx}$ $Y_{dx}$	
	-37.00    -22.30	

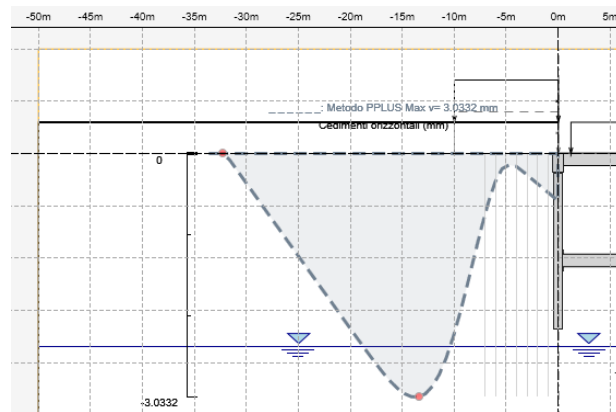
**Cedimento atteso - MODELLO XYZ (mm)**

<b><math>Y_{sx}</math></b>	<b><math>Y_{dx}</math></b>
0.000	1.660



**Nota:** qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

**ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO**



**EDIFICIO n. 17 - PK 41+820**

**Informazioni Edificio**

<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Tipo di struttura</b>	<b>Note</b> La struttura è composta da un unico corpo in c.a. di 2 piani in elevazione, in discreto stato di conservazione, presumibilmente destinato ad uso commerciale (piano terra). E' presente una struttura con conformazione a torre di tre piani in elevazione all'apparenza in muratura sul retro del fabbricato, si presume essere un ampliamento successivo. scala esterna in c.a. ubicata sul retro.
Residenziale e commerciale	mista/CA	
<b>Altezza (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	
7.00	15.60	
<b>Stato di conservazione generale</b>	<b>Larghezza (m)</b>	
ottimo <input type="checkbox"/>	22.30	
buono <input type="checkbox"/>	<b>Piani fuori terra</b>	
discreto <input checked="" type="checkbox"/>	2	
scarso <input type="checkbox"/>	<b>Piani entro terra</b>	
	0	

**Informazioni Tracciato**

<b>Scavo di imbocco</b>	
<b>Distanza asse scavo - fondazione edificio (m)</b>	5.30
<b>Profondità dello scavo</b>	0.00
<b>Distanza estremi edificio - asse scavo imbocco (m)</b>	<b>Ysx</b> <b>Ydx</b>
	-72.20      -49.90

**LEGENDA:**  
 $Y_{sx}$  = estremo sinistro  
 $Y_{dx}$  = estremo destro  
 $\epsilon_{max}$  = deformazione massima  
 $K$  = coefficiente di flessione  
 $V_p$  = volume perso in superficie

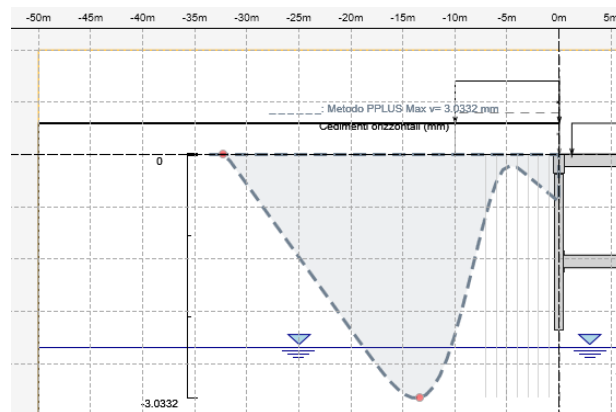
**Cedimento atteso - MODELLO XYZ (mm)**

<b>Ysx</b>	<b>Ydx</b>
0.000	0.000



**Nota:** qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

**ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO**



EDIFICIO n. 18 - PK 41+850						
Informazioni Edificio						
Destinazione d'uso	Tipo di struttura	Note				
Residenziale e industriale	cemento armato	La struttura è composta da un corpo con telaio in cemento armato di 3 piani compreso seminterrato, in discreto stato di conservazione, destinato ad uso residenziale con abbinata porzione presumibilmente ad uso industriale desumibile anche dalla struttura tipo silos all'esterno. E' presente anche una struttura ad un piano ad uso garage ed un muro di contenimento di altezza pari a circa 8m verso gli edifici 13 e 14.				
Altezza (m)	Lunghezza (m)					
10.00	20.70					
Stato di conservazione generale	Larghezza (m)					
	27.13					
	Piani fuori terra					
	2					
ottimo <input type="checkbox"/> buono X discreto <input type="checkbox"/> scaro <input type="checkbox"/>	Piani entro terra					
	1					
Informazioni Tracciato						
Galleria monocanna		<b>LEGENDA:</b> $Y_{sx}$ = estremo sinistro $Y_{dx}$ = estremo destro $\epsilon_{max}$ = deformazione massima $K$ = coefficiente di flessione $V_p$ = volume perso in superficie				
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	7.25					
Interasse canne (m)	0.00					
Galleria monocanna						
Distanza estremi edificio asse galleria (m)	<table border="1"> <tr> <td><math>Y_{sx}</math></td> <td><math>Y_{dx}</math></td> </tr> <tr> <td>-60.59</td> <td>-33.46</td> </tr> </table>		$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	-60.59	-33.46
$Y_{sx}$	$Y_{dx}$					
-60.59	-33.46					
Cedimento Verticale Massimo del terreno $d_{max}$ (m)						
Dati di input	K=0.35			K=0.5		
	$V_p(\%) = 1.0$	$V_p(\%) = 1.5$	$V_p(\%) = 2.0$	$V_p(\%) = 1.0$	$V_p(\%) = 1.5$	$V_p(\%) = 2.0$
Galleria	0.205	0.308	0.411	0.144	0.216	0.287



Nota: qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

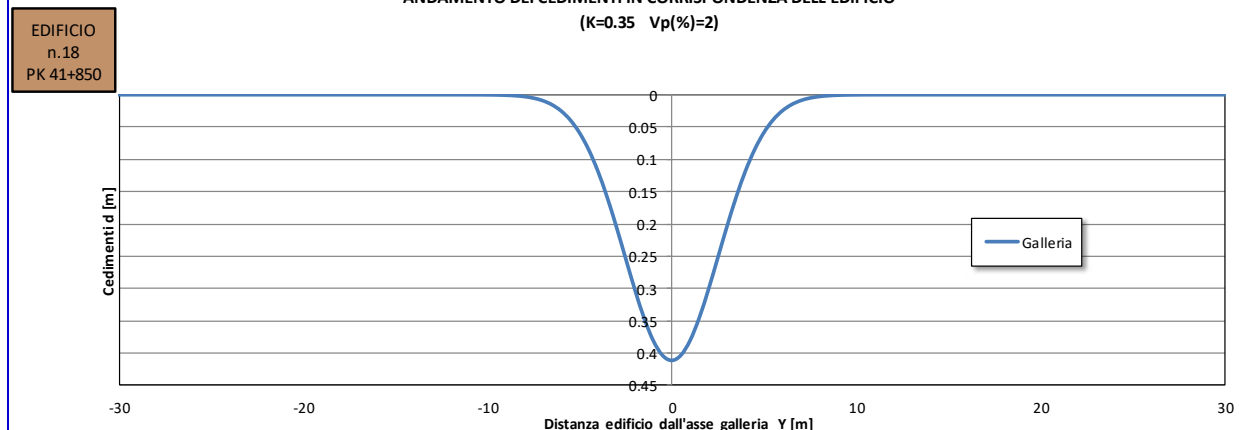
Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di input	K=0.35						K=0.5					
	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$		$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$
Galleria	0.000	0.009	0.000	0.014	0.000	0.018	0.000	0.006	0.000	0.009	0.000	0.013

Cedimento verticale massimo (m): 0.018 (K=0.35  $V_p(\%)=2$ )

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.35	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0
Deformazioni orizzontali $\neq 0$						
K=0.35	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0

Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO  
(K=0.35  $V_p(\%)=2$ )



EDIFICIO n. 18 PK 41+850

EDIFICIO n. 19 - PK 41+875						
Informazioni Edificio						
Destinazione d'uso	Tipo di struttura	Note				
Residenziale	cemento armato	La struttura di costruzione relativamente recente o di recente rifacimento è composta da un corpo unico a pianta rettangolare presumibilmente con telaio in cemento armato di 2 piani in elevazione (più mansarda o piano soppalcato), si presume anche la presenza di un piano interrato. L'accesso sulla strada presenta un ampio piazzale.				
Altezza (m)	Lunghezza (m)					
11.50	19.50					
Stato di conservazione generale	Larghezza (m)					
ottimo <input checked="" type="checkbox"/>	25.50	LEGENDA: Y <sub>sx</sub> = estremo sinistro Y <sub>dx</sub> = estremo destro ε <sub>max</sub> = deformazione massima K = coefficiente di flessione V <sub>p</sub> = volume perso in superficie				
buono <input type="checkbox"/>	Piani fuori terra					
discreto <input type="checkbox"/>	2					
scorso <input type="checkbox"/>	Piani entro terra					
	1					
Informazioni Tracciato						
Galleria monocanna						
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	10.19					
Interasse canne (m)	0.00					
Distanza estremi edificio asse galleria (m)	Galleria monocanna					
	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>				
	-54.63	-29.13				
Cedimento Verticale Massimo del terreno d <sub>max</sub> (m)						
Dati di input	K=0.35			K=0.5		
	V <sub>p</sub> (%) = 1.0	V <sub>p</sub> (%) = 1.5	V <sub>p</sub> (%) = 2.0	V <sub>p</sub> (%) = 1.0	V <sub>p</sub> (%) = 1.5	V <sub>p</sub> (%) = 2.0
Galleria	0.146	0.219	0.292	0.102	0.153	0.204



Nota: qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

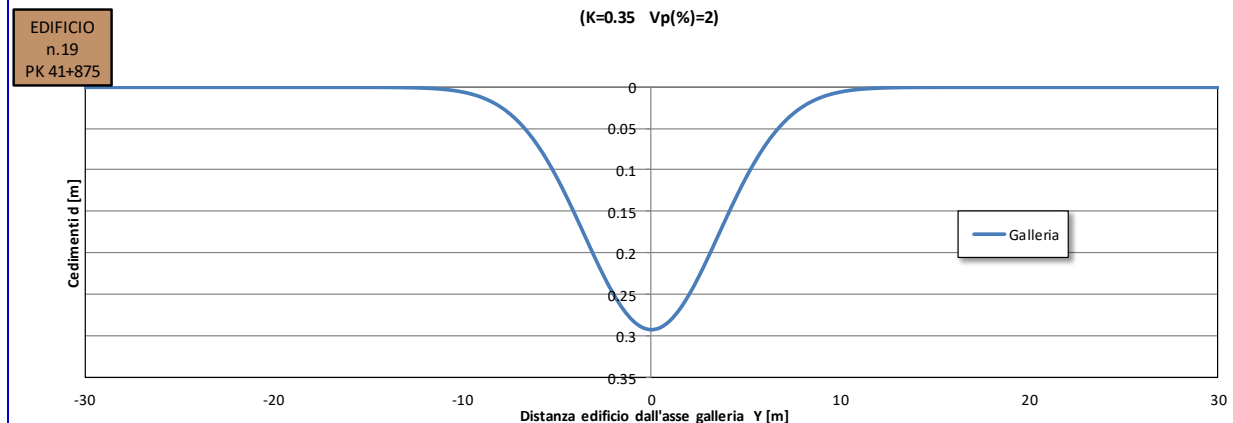
Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di input	K=0.35						K=0.5					
	V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0	
	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>
Galleria	0.000	0.006	0.000	0.010	0.000	0.013	0.000	0.004	0.000	0.007	0.000	0.009

Cedimento verticale massimo (m): 0.013 (K=0.35 V<sub>p</sub>(%)=2)

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.35	V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0	
	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0	
	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0

Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO  
(K=0.35 V<sub>p</sub>(%)=2)



**EDIFICIO n. 20 - PK 41+910**

**Informazioni Edificio**

<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Tipo di struttura</b>	<b>Note</b> La struttura è composta da un corpo unico con telaio in cemento armato, a pianta rettangolare ed a due piani in elevazione, non si rileva la presenza di un piano interrato. L'accesso carrabile fronte strada presenta un ampio piazzale. La proprietà è delimitata da mura di recinzione e protetta con cancello. Si rileva la presenza di un muro di contenimento a monte di altezza pari a circa 3-4 m.
Residenziale	cemento armato	
<b>Altezza (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	
7.00	12.30	
<b>Stato di conservazione generale</b>	<b>Larghezza (m)</b>	
ottimo <input type="checkbox"/>	18.25	
buono <input checked="" type="checkbox"/>	<b>Piani fuori terra</b>	
discreto <input type="checkbox"/>	2	
scarso <input type="checkbox"/>	<b>Piani entro terra</b>	
	0	

**Informazioni Tracciato**

<b>Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)</b>	<b>Galleria monocanna</b>	
	20.10	
<b>Interasse canne (m)</b>	0.00	
<b>Distanza estremi edificio asse galleria (m)</b>	<b>Galleria monocanna</b>	
	<b>Ysx</b>	<b>Ydx</b>
	-64.75	-46.50

**LEGENDA:**  
 $Y_{sx}$  = estremo sinistro  
 $Y_{dx}$  = estremo destro  
 $\epsilon_{max}$  = deformazione massima  
 $K$  = coefficiente di flessione  
 $V_p$  = volume perso in superficie

**Cedimento Verticale Massimo del terreno  $d_{max}$  (m)**

<b>Dati di input</b>	<b>K=0.35</b>			<b>K=0.5</b>		
	$V_p(\%) = 1.0$	$V_p(\%) = 1.5$	$V_p(\%) = 2.0$	$V_p(\%) = 1.0$	$V_p(\%) = 1.5$	$V_p(\%) = 2.0$
<b>Galleria</b>	0.074	0.111	0.148	0.052	0.078	0.104

**Nota:** qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

**Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)**

<b>Dati di input</b>	<b>K=0.35</b>						<b>K=0.5</b>					
	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$		$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$
<b>Galleria</b>	0.000	0.003	0.000	0.005	0.000	0.007	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.005

**Cedimento verticale massimo (m):** 0.007 (K=0.35  $V_p(\%)=2$ )

**CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)**

<b>Deformazioni orizzontali = 0</b>						
	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
<b>K=0.35</b>	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0
<b>K=0.5</b>	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0

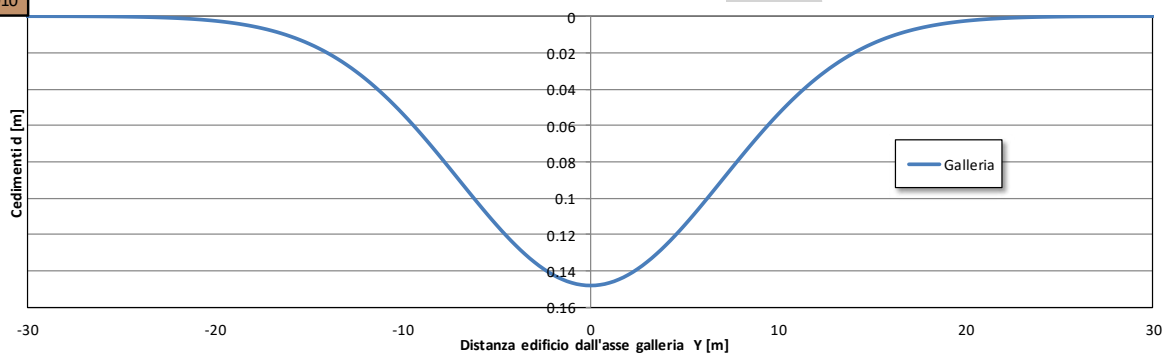
<b>Deformazioni orizzontali <math>\neq 0</math></b>						
	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
<b>K=0.35</b>	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0
<b>K=0.5</b>	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0

Categoria di danneggiamento edificio = 0

**ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO**

(K=0.35  $V_p(\%)=2$ )

EDIFICIO  
n.20  
PK 41+910





**EDIFICIO n. 21 - PK 41+944**

**Informazioni Edificio**

<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Tipo di struttura</b>	<b>Note</b> La struttura è composta da tre corpi di cui il principale con 3 piani fuori terra, la porzione lato ovest presenta due piani più un piano inferiore in parte scoperto ed in parte interrato. Sul versante est la struttura presenta una porzione ad un unico piano con terrazzo porticato in sommità. La struttura ha telaio in cemento armato, a pianta rettangolare. Presenta due accessi fronte strada, uno pedonale ed uno carrabile.
Residenziale	cemento armato	
<b>Altezza (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	
13.00	19.00	
<b>Stato di conservazione generale</b>	<b>Larghezza (m)</b>	
ottimo <input checked="" type="checkbox"/> buono <input type="checkbox"/> discreto <input type="checkbox"/> scarso <input type="checkbox"/>	9.70	
	<b>Piani fuori terra</b>	
	3	
	<b>Piani entro terra</b>	
	1	

**Informazioni Tracciato**

<b>Galleria monocanna</b>		<b>LEGENDA:</b>  Y <sub>sx</sub> = estremo sinistro Y <sub>dx</sub> = estremo destro ε <sub>max</sub> = deformazione massima K = coefficiente di flessione V <sub>p</sub> = volume perso in superficie
<b>Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)</b>	22.97	
<b>Interasse canne (m)</b>	0.00	
<b>Galleria monocanna</b>		
<b>Distanza estremi edificio asse galleria (m)</b>	<b>Ysx</b> <b>Ydx</b>	
	-49.70      -40.00	

**Cedimento Verticale Massimo del terreno d<sub>max</sub> (m)**

<b>Dati di input</b>	<b>K=0.35</b>			<b>K=0.5</b>		
	V <sub>p</sub> (%) = 1.0	V <sub>p</sub> (%) = 1.5	V <sub>p</sub> (%) = 2.0	V <sub>p</sub> (%) = 1.0	V <sub>p</sub> (%) = 1.5	V <sub>p</sub> (%) = 2.0
<b>Galleria</b>	0.065	0.097	0.130	0.045	0.068	0.091

**Nota:** qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

**Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)**

<b>Dati di input</b>	<b>K=0.35</b>						<b>K=0.5</b>					
	V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0	
	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>
<b>Galleria</b>	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.006	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.004

**Cedimento verticale massimo (m):**      0.006      (k=0.35 Vp(%)=2)

**CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)**

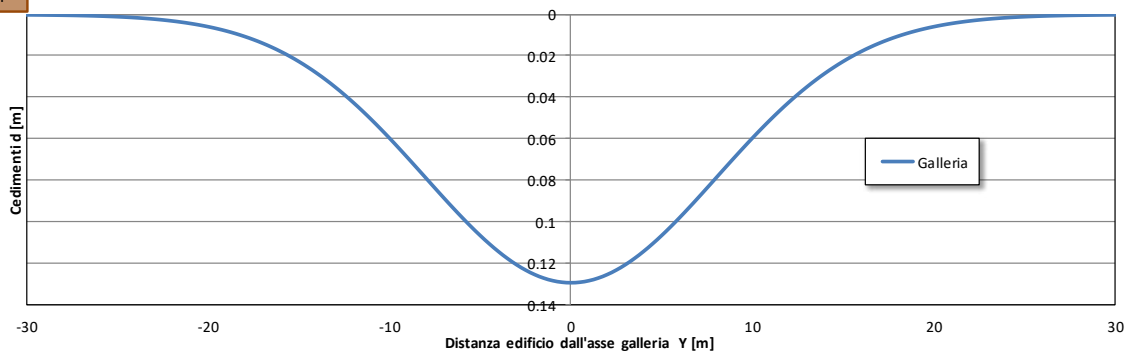
<b>Deformazioni orizzontali = 0</b>						
	V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0	
<b>K=0.35</b>	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0
<b>K=0.5</b>	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0

<b>Deformazioni orizzontali ≠ 0</b>						
	V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0	
<b>K=0.35</b>	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0
<b>K=0.5</b>	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0

Categoria di danneggiamento edificio = 0

**ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO**  
(k=0.35 Vp(%)=2)

EDIFICIO n.21  
PK 41+944



EDIFICIO n. 22 - PK 41+982						
Informazioni Edificio						
Destinazione d'uso	Tipo di struttura	Note La struttura è composta da un unico corpo in parte con due piani dei quali, il primo è in parte interrato ed in parte fuori terra. Si rileva la presenza di un sottotetto e di una porzione aggettante sul lato est. Scala esterna in c.a. sulla facciata frontale. Sul versante est la struttura è ad un unico piano con terrazzo porticato in sommità. La struttura si presume composta da telaio in cemento armato, a pianta rettangolare e tetto a due falde.				
Residenziale	cemento armato					
Altezza (m)	Lunghezza (m)	Stato di conservazione generale				
8.50	14.75					
ottimo <input type="checkbox"/> buono <input checked="" type="checkbox"/> discreto <input type="checkbox"/> scarso <input type="checkbox"/>	Larghezza (m)	Piani fuori terra				
	13.50					
	2					
	Piani entro terra					
0						
Informazioni Tracciato						
Galleria monocanna		LEGENDA: $Y_{sx}$ = estremo sinistro $Y_{dx}$ = estremo destro $\epsilon_{max}$ = deformazione massima $K$ = coefficiente di flessione $V_p$ = volume perso in superficie				
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	28.68					
Interasse canne (m)	0.00					
Galleria monocanna						
Distanza estremi edificio asse galleria (m)	$Y_{sx}$ $Y_{dx}$					
	-43.02      -29.52					
Cedimento Verticale Massimo del terreno $d_{max}$ (m)						
Dati di input	K=0.35			K=0.5		
	$V_p(\%) = 1.0$	$V_p(\%) = 1.5$	$V_p(\%) = 2.0$	$V_p(\%) = 1.0$	$V_p(\%) = 1.5$	$V_p(\%) = 2.0$
Galleria	0.052	0.078	0.104	0.036	0.054	0.073



Nota: qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

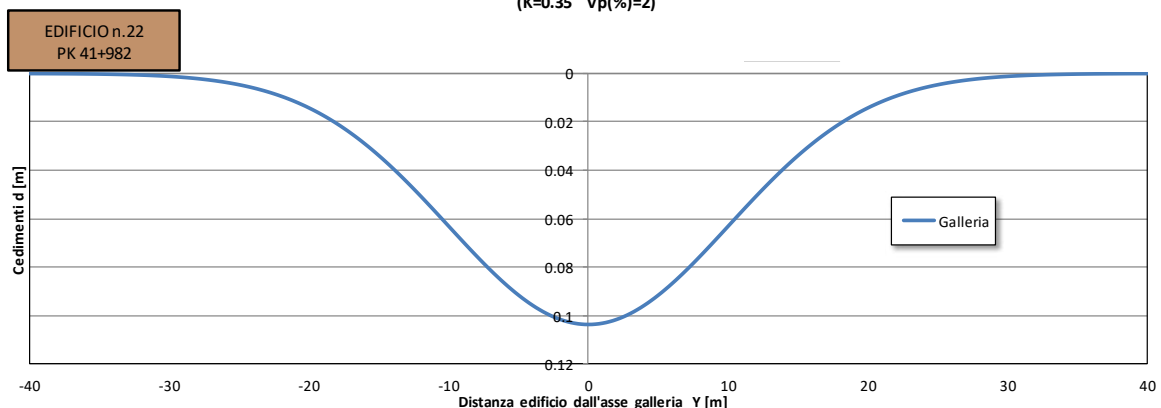
Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di input	K=0.35						K=0.5					
	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$		$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$
Galleria	0.001	0.002	0.001	0.003	0.001	0.005	0.002	0.004	0.002	0.007	0.003	0.009

Cedimento verticale massimo (m): 0.009 (K=0.5  $V_p(\%)=2$ )

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.35	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
Galleria	0.040	0	0.060	1	0.080	2
K=0.5	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.009	0
Deformazioni orizzontali $\neq 0$						
K=0.35	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
Galleria	0.004	0	0.007	0	0.009	0

Categoria di danneggiamento edificio = 2

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO  
(K=0.35  $V_p(\%)=2$ )



**EDIFICIO n. 23 - PK 43+288**

Informazioni Edificio		
<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Tipo di struttura</b>	<b>Note</b> Non è stato possibile effettuare una valutazione esauriente, si ipotizza struttura a pianta rettangolare in cemento armato di 2 piani con parte centrale a 3 piani fuori terra.
Residenziale	cemento armato	
<b>Altezza (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	
13.00	16.80	
<b>Stato di conservazione generale</b>	<b>Larghezza (m)</b>	
ottimo <input type="checkbox"/>	12.70	
buono <input checked="" type="checkbox"/>	<b>Piani fuori terra</b>	
discreto <input type="checkbox"/>	3	
scarso <input type="checkbox"/>	<b>Piani entro terra</b>	
	1	

Informazioni Tracciato		
<b>Galleria monocanna</b>		<b>LEGENDA:</b> $Y_{sx}$ = estremo sinistro $Y_{dx}$ = estremo destro $\epsilon_{max}$ = deformazione massima $K$ = coefficiente di flessione $V_p$ = volume perso in superficie
<b>Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)</b>	4.17	
<b>Interasse canne (m)</b>	0.00	
<b>Galleria monocanna</b>		
<b>Distanza estremi edificio asse galleria (m)</b>	<b>Ysx</b>	
	<b>Ydx</b>	
	37.18	49.88

Cedimento Verticale Massimo del terreno $d_{max}$ (m)						
Dati di input	K=0.35			K=0.5		
	$V_p(\%) = 1.0$	$V_p(\%) = 1.5$	$V_p(\%) = 2.0$	$V_p(\%) = 1.0$	$V_p(\%) = 1.5$	$V_p(\%) = 2.0$
<b>Galleria</b>	0.357	0.535	0.714	0.250	0.375	0.500

**Nota:** qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di input	K=0.35						K=0.5					
	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$		$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$
<b>Galleria</b>	0.016	0.000	0.024	0.000	0.031	0.000	0.011	0.000	0.016	0.000	0.022	0.000

**Cedimento verticale massimo (m):** 0.031 (K=0.35  $V_p(\%)=2$ )

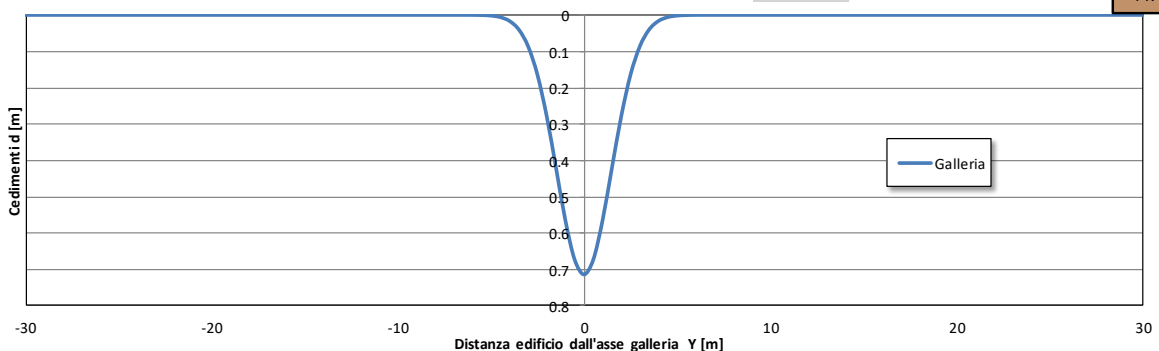
**CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)**

Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.35	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0

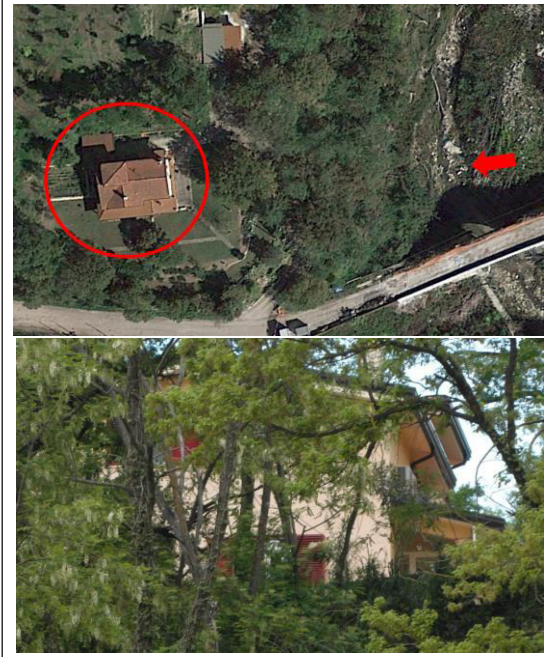
Deformazioni orizzontali $\neq 0$						
K=0.35	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.000	0	0.000	0

Categoria di danneggiamento edificio = 0

**ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO**  
(K=0.35  $V_p(\%)=2$ )



EDIFICIO n.23  
PK 43+288





EDIFICIO n. 24 - PK 43+321						
Informazioni Edificio						
Destinazione d'uso	Tipo di struttura	Note Edificio secondario alla villa (ed.20). E' ipotizzabile struttura a pianta rettangolare ad un piano, con tettoia antistante in ondulina poggiate su trave in acciaio e pilastri in muratura.				
Garage/magazzino	muratura					
Altezza (m)	Lunghezza (m)					
4.00	8.85					
Stato di conservazione generale	Larghezza (m)					
	8.70					
	Piani fuori terra					
	1					
ottimo <input type="checkbox"/> buono X discreto <input type="checkbox"/> scarso <input type="checkbox"/>	Piani entro terra					
	0					
Informazioni Tracciato						
Galleria monocanna		LEGENDA:  $Y_{sx}$ = estremo sinistro $Y_{dx}$ = estremo destro $\epsilon_{max}$ = deformazione massima $K$ = coefficiente di flessio $V_p$ = volume perso in superficie				
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	7.97					
Interasse canne (m)	0.00					
Galleria monocanna						
Distanza estremi edificio asse galleria (m)	$Y_{sx}$		$Y_{dx}$			
	13.75		22.45			
Cedimento Verticale Massimo del terreno $d_{max}$ (m)						
Dati di input	K=0.35			K=0.5		
	$V_p(\%) = 1.0$	$V_p(\%) = 1.5$	$V_p(\%) = 2.0$	$V_p(\%) = 1.0$	$V_p(\%) = 1.5$	$V_p(\%) = 2.0$
Galleria	0.187	0.280	0.373	0.131	0.196	0.261



Nota: qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

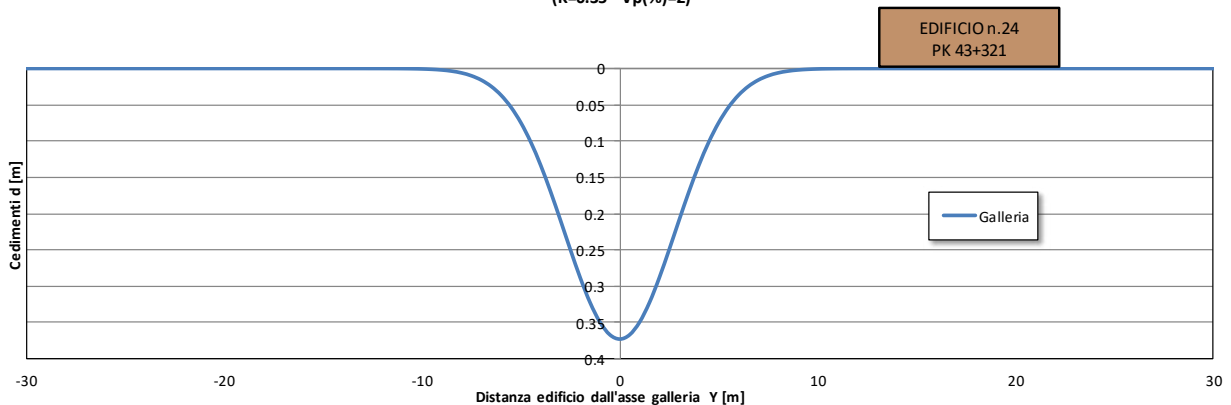
Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di input	K=0.35						K=0.5					
	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$		$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$	$Y_{sx}$	$Y_{dx}$
Galleria	0.008	0.000	0.012	0.000	0.016	0.000	0.006	0.000	0.009	0.001	0.011	0.001

Cedimento verticale massimo (m): 0.016 (K=0.35  $V_p(\%)=2$ )

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.35	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.	$\epsilon_{max}$	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0

Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO  
(K=0.35  $V_p(\%)=2$ )



**EDIFICIO n. 25 - PK 44+650**

**Informazioni Edificio**

<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Tipo di struttura</b>	<b>Note</b> La struttura sembra composta da differenti corpi con struttura a telaio in cemento armato e copertura a falde inclinate con diversa pendenza. I due corpi principali hanno rispettivamente 2 e 3 piani fuori terra, in sommità in posizione centrale è presente anche un terrazzo/torretta con tettoia. La porzione a 2 piani sembra avere la copertura adibita a terrazzo.
Residenziale	cemento armato	
<b>Altezza (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	
13.00	8.50	
<b>Stato di conservazione generale</b>	<b>Larghezza (m)</b>	
	19.00	
ottimo <input type="checkbox"/>	<b>Piani fuori terra</b>	
buono X <input checked="" type="checkbox"/>	3	
discreto <input type="checkbox"/>	<b>Piani entro terra</b>	
scarso <input type="checkbox"/>	1	

**Informazioni Tracciato**

<b>Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)</b>	<b>Galleria monocanna</b>	<b>LEGENDA:</b>  Y <sub>sx</sub> = estremo sinistro Y <sub>dx</sub> = estremo destro ε <sub>max</sub> = deformazione massima K = coefficiente di flessione V <sub>p</sub> = volume perso in superficie
51.15		
<b>Interasse canne (m)</b>		
0.00		
<b>Distanza estremi edificio - asse galleria (m)</b>	<b>Galleria monocanna</b>	
	Y <sub>sx</sub> Y <sub>dx</sub>	
	-62.34      -43.34	



**Cedimento Verticale Massimo del terreno d<sub>max</sub> (m)**

<b>Dati di input</b>	<b>K=0.35</b>			<b>K=0.5</b>		
	V <sub>p</sub> (%) = 1.0	V <sub>p</sub> (%) = 1.5	V <sub>p</sub> (%) = 2.0	V <sub>p</sub> (%) = 1.0	V <sub>p</sub> (%) = 1.5	V <sub>p</sub> (%) = 2.0
<b>Galleria</b>	0.029	0.044	0.058	0.020	0.031	0.041

**Nota:** qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

**Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)**

<b>Dati di input</b>	<b>K=0.35</b>						<b>K=0.5</b>					
	V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0	
	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>	Y <sub>sx</sub>	Y <sub>dx</sub>
<b>Galleria</b>	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.001	0.005	0.002	0.007	0.002	0.010

**Cedimento verticale massimo (m):**      0.010      (**K=0.5 Vp(%)=2**)

**CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)**

<b>Deformazioni orizzontali = 0</b>						
	V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0	
<b>K=0.35</b>	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.
<b>Galleria</b>	0.015	0	0.023	0	0.030	0
<b>K=0.5</b>	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.
<b>Galleria</b>	0.021	0	0.028	0	0.005	0

<b>Deformazioni orizzontali ≠ 0</b>						
	V <sub>p</sub> (%) = 1.0		V <sub>p</sub> (%) = 1.5		V <sub>p</sub> (%) = 2.0	
<b>K=0.35</b>	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.
<b>Galleria</b>	0.000	0	0.001	0	0.001	0
<b>K=0.5</b>	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.	ε <sub>max</sub>	Categ.
<b>Galleria</b>	0.003	0	0.004	0	0.005	0

Categoria di danneggiamento edificio = 0

**ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO**  
**(K=0.5 Vp(%)=2)**

