

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

U.O. GALLERIE

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO (LOTTO 4B)

GALLERIE DI LINEA - INTERFERENZE

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

SCALA:

-

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

RS3V 40 D 07 CL GN0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	L.Perazzoni <i>LP</i>	Gen. 2020	R.Pizzol <i>RP</i>	Gen.2020	F. Sparacino <i>FS</i>	Gen.2020	A. Sciotto ITALFERR S.p.A. U.O. GALLERIE Dot. Ing. Alessandro Sciotto Ordine degli Ingegneri di Roma n° 19848 <i>AS</i>

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)</p>					
	<p>Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie</p>	<p>COMMESSA RS3V</p>	<p>LOTTO 40D07</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO GN 00 00 001</p>	<p>REV. A</p>

1	PREMESSA.....	4
2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3.1	LEGGI E NORMATIVE COGENTI	5
3.2	PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE (RFI, ITF)	5
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
4.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	6
5	ALLEGATI.....	6
6	DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO.....	6
7	STUDIO DELLA SUBSIDENZA	7
7.1	CEDIMENTI DEL TERRENO IN CONDIZIONI GREEN FIELD	7
7.2	SCHEMATIZZAZIONE DEI FABBRICATI INTERFERENTI	11
	7.2.1 <i>Deformazioni indotte sui fabbricati interferiti</i>	11
7.3	COMMENTI.....	20
8	STUDIO DEL POTENZIALE DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI.....	21
8.1	DATI DI BASE PER L'ANALISI.....	21
	8.1.1 <i>Galleria Nuova Enna</i>	22
	8.1.2 <i>Galleria Sicani</i>	24
	8.1.3 <i>Galleria Dittaino</i>	25
8.2	METODO DI ANALISI DEI CEDIMENTI INDOTTI E DEL DANNEGGIAMENTO.....	27
9	RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO SULLE PRE-ESISTENZE IN SUPERFICIE	28
9.1	RISULTATI DELLO STUDIO SUL DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI INTERFERENTI (SENZA CONSIDERARE LA RIGIDEZZA DELL'EDIFICIO).....	28
9.2	RISULTATI DELLO STUDIO SUL DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI INTERFERENTI (CONSIDERANDO LA RIGIDEZZA DELL'EDIFICIO)	29
10	CONCLUSIONI	30

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)</p>												
<p>Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in 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>RS3V</td> <td>40D07</td> <td>CL</td> <td>GN 00 00 001</td> <td>A</td> <td>3 di 41</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	3 di 41
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	3 di 41								

11	ALLEGATO 1 – RISULTATI DELLE ANALISI DI DANNO. GALLERIA NUOVA ENNA.....	31
11.1	ANALISI IN ASSENZA DI RIGIDEZZA DEGLI EDIFICI.....	31
12	ALLEGATO 2 – RISULTATI DELLE ANALISI DI DANNO. GALLERIA SICANI.....	34
12.1	ANALISI IN ASSENZA DI RIGIDEZZA DEGLI EDIFICI.....	34
13	ALLEGATO 3 – RISULTATI DELLE ANALISI DI DANNO. GALLERIA DITTAINO	39
13.1	ANALISI IN ASSENZA DI RIGIDEZZA DEGLI EDIFICI.....	39

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è parte integrante del progetto definitivo del nuovo Itinerario Palermo – Catania, tratta Nuova Enna – Dittaino (Lotto 4b), compresa tra la Stazione di Nuova Enna (inclusa) e la stazione di Dittaino (inclusa), dal km 0+315 al km 14+935 (coincidente con la pk 172+871 circa della linea storica Palermo Catania).

La lunghezza totale del tracciato della tratta Nuova Enna - Dittaino è pari a circa 14936 m, di cui circa 8557 m si sviluppano in sotterraneo mediante tre gallerie naturali denominate: Nuova Enna, Sicani, Dittaino.

- La galleria Nuova Enna è costituita un tratto in galleria naturale di 861 m e due tratti in galleria artificiale, di lunghezza complessiva pari a 42,50 m per l’imbocco lato Palermo e pari a 62,50 m per l’imbocco lato Catania. L’opera interessa pertanto un tratto di lunghezza complessiva pari a 966 m, dalla progressiva di tracciato km 1+638.80 al km 2+604.80 (riferite al binario dispari).
- La galleria Sicani presenta un tratto in naturale di lunghezza pari a 5162 m e da due tratti in artificiale di lunghezza pari a 42,50 m all’imbocco lato Palermo e pari a 52,50 m all’imbocco lato Catania. L’opera interessa pertanto un tratto di lunghezza complessiva pari a circa 5257,20 m dal km 2+736,10 al km 7+993,30;
- La galleria Dittaino è costituita da un tratto in naturale di 2149,05 m e da due tratti di galleria artificiale agli imbocchi, di lunghezza pari a 62,50 m per l’imbocco lato Palermo e 92,50 m per l’imbocco lato Catania. L’opera interessa pertanto un tratto di lunghezza complessiva pari a circa 2304,05 m tra le progressive di tracciato km 10+454.20 e km 12+758.25.

Nei paragrafi che seguono si illustrano i principali risultati dello studio sugli effetti indotti dagli scavi nei confronti delle preesistenze individuate lungo la linea.

2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione si affrontano le problematiche relative allo studio degli effetti sulle opere in superficie della subsidenza prodotta dallo scavo delle tre opere sopra citate. Per l’inquadramento generale delle opere in sotterraneo si rimanda al documento “Relazione tecnica delle opere in sotterraneo” (Rif. [9]).

Il lavoro è basato essenzialmente sui dati ottenuti da:

- caratterizzazione geotecnica e geomeccanica dei terreni attraversati dall’opera in progetto;
- rilievo topografico del terreno aggiornato alla presente fase progettuale;
- sopralluogo nelle aree oggetto della futura costruzione dell’opera;
- planimetrie e profili di tracciato;

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

- individuazione degli edifici interferenti (vedi “Relazione schede fabbricati” (Rif. [16]).

Nello specifico, l’individuazione degli edifici interferenti con le opere in progetto è stata sviluppata considerando l’ubicazione degli edifici, in termini di distanza planimetrica e copertura, rispetto alle opere in progetto.

Tale analisi ha consentito di individuare una serie di edifici che possono subire dei risentimenti a seguito dello scavo delle gallerie.

La metodologia di lavoro si è sviluppata seguendo i seguenti passi:

- Studio della subsidenza: analisi dei cedimenti provocati sulle opere in superficie dagli scavi in sotterraneo (curve di subsidenza) della zona oggetto di analisi attraverso procedimento semiempirico (Attewell et al. 1986);
- Studio del danneggiamento degli edifici: valutazione dei danni provocati sulle opere in superficie dagli scavi in sotterraneo in seguito ai cedimenti del terreno utilizzando un procedimento semiempirico (Burland, 1995; Mair, Taylor, Burland, 1996) che trascura conservativamente la rigidità degli edifici
- Studio del danneggiamento degli edifici: valutazione dei danni provocati sulle opere in superficie dagli scavi in sotterraneo in seguito ai cedimenti del terreno utilizzando un procedimento semiempirico (Franzius, 2003) che considera in modo semplificato l’interazione terreno-struttura.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1 Leggi e normative cogenti

- Rif. [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018, “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- Rif. [2] C.S.LL.PP., Circolare n°ccc del 24/02/2018, “Istruzioni per l’applicazione delle “nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 17/01/2018”.

3.2 Prescrizioni e specifiche tecniche (RFI, ITF)

- Rif. [3] SIG, “Linee guida per la progettazione, l’appalto e la costruzione di opere in sotterraneo”, 1997;
- Rif. [4] ITA, “Guidelines for the design of tunnels”, 1988;
- Rif. [5] AGI, “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”, 1977.
- Rif. [6] RFI, doc RFI DTC SI SP IFS 001 C “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili” (21/12/2018);
- Rif. [7] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 C “Manuale di Progettazione delle opere civili” (21/12/2018);
- Rif. [8] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA.0002403 “Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali” (Dicembre 2015).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

4.1 Documenti Referenziati

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

- Rif. [9] U.O. Gallerie, doc. RS3V40D07RHGN0000001A “Relazione tecnica delle opere in sottterraneo”;
- Rif. [10] U.O. Gallerie, doc RS3V40D07F5GN0100001A “Profilo geotecnico – Galleria Nuova Enna”;
- Rif. [11] U.O. Gallerie, doc RS3V40D07F5GN0200001A “Profilo Geotecnico Galleria Sicani – Tav.1 di 3”;
- Rif. [12] U.O. Gallerie, doc RS3V40D07F5GN0200001A “Profilo Geotecnico Galleria Sicani– Tav. 2 di 3”;
- Rif. [13] U.O. Gallerie, doc RS3V40D07F5GN0200001A “Profilo Geotecnico Galleria Sicani– Tav. 3 di 3”;
- Rif. [14] U.O. Gallerie, doc RS3V40D07F5GN0300001A “Profilo geotecnico – Galleria Dittaino”;
- Rif. [15] U.O. Gallerie, doc RS3V40D07F5GN0400001A “Profilo geotecnico – Finestra Dittaino”;
- Rif. [16] U.O. Gallerie, doc. RS3V40D07SHGN0000001A "Relazione fabbricati interferenti con le gallerie naturali"

5 ALLEGATI

Il documento è corredato dai seguenti allegati:

- All. [1] [Risultati delle analisi di danno. Galleria Nuova Enna]
- All. [2] [Risultati delle analisi di danno. Galleria Sicani]
- All. [3] [Risultati delle analisi di danno. Galleria Dittaino].

6 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

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

- Rif. [17] U.O. Gallerie, documento n.° RS3V40D07P7GN0000F07A “Planimetria opere interferenti con livello di danno” tavola 1/6;
- Rif. [18] U.O. Gallerie, documento n.° RS3V40D07P7GN0000F08A “Planimetria opere interferenti con livello di danno” tavola 2/6;
- Rif. [19] U.O. Gallerie, documento n.° RS3V40D07P7GN0000F09A “Planimetria opere interferenti con livello di danno” tavola 3/6;
- Rif. [20] U.O. Gallerie, documento n.° RS3V40D07P7GN0000F11A “Planimetria opere interferenti con livello di danno” tavola 4/6;
- Rif. [21] U.O. Gallerie, documento n.° RS3V40D07P7GN0000F12A “Planimetria opere interferenti con livello di danno” tavola 5/6;
- Rif. [22] U.O. Gallerie, documento n.° RS3V40D07P7GN0000F13A “Planimetria opere interferenti con livello di danno” tavola 6/6;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

7 STUDIO DELLA SUBSIDENZA

Lo studio si articola nella determinazione della conca di subsidenza in condizioni “green field” (assenza di edifici).

7.1 Cedimenti del terreno in condizioni green field

La curva dei cedimenti indotti a breve termine in senso trasversale all'asse della galleria in condizioni “green field” (superficie libera), è schematizzabile con buona approssimazione con una curva di probabilità normale ricavabile dalla seguente equazione (Attewell et al. 1986):

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

dove:

- S_v = cedimento verticale nel punto posto alla distanza y dall'asse della galleria;
- V_p = volume perso in superficie, durante lo scavo, per unità di lunghezza;
- ϕ = diametro della galleria;
- k = coefficiente adimensionale dipendente dalla natura dei terreni interessati;
- z_0 = profondità dell'asse longitudinale della galleria dal p.c.;
- y = coordinata del punto (di cui si vuole definire il cedimento) misurata rispetto all'asse della galleria;
- $i = k \cdot z_0$ = distanza fra il punto di flesso della curva e l'asse della galleria.

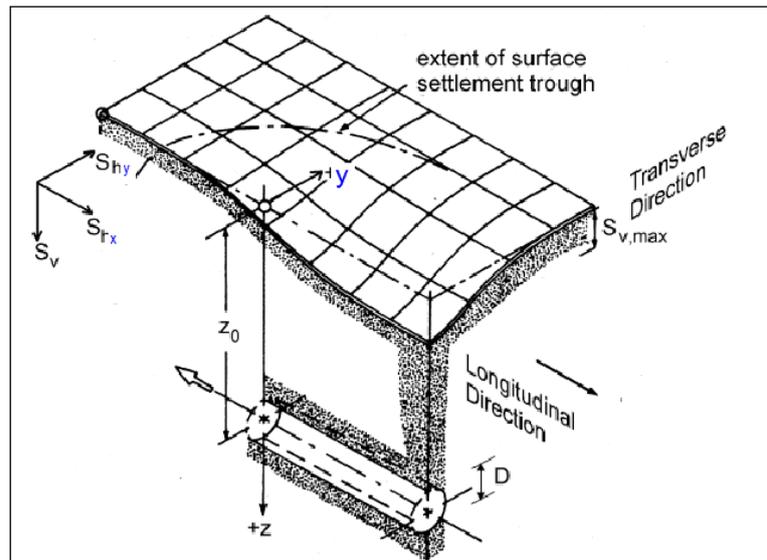


Fig. 1 – Movimenti indotti in superficie dall'avanzamento di uno scavo sotterraneo (dopo Attewell et Al., 1986, Mair, Taylor 1997)

La curva dei cedimenti indotti a lungo termine in senso longitudinale all'asse della galleria in condizioni “green field” (superficie libera), è schematizzabile con buona approssimazione con la curva integrale della funzione di Gaussiana utilizzata per la definizione dei cedimenti trasversali. La curva è caratterizzata da un parametro i uguale a quello adottato per la sezione trasversale e con valore di cedimento in corrispondenza del fronte della galleria pari al 50% del valore massimo di subsidenza trasversale (Attewell et al. 1986).

Per individuare i limiti del bacino di subsidenza, oltre i quali gli spostamenti verticali sono nulli, in letteratura è riportata la convenzione di considerare nulli gli spostamenti verticali quando questi sono inferiori ad una frazione dello spostamento massimo, ossia, se $S_v \leq 0.044 S_{max}$, allora $S_v = 0$. Il limite del bacino di subsidenza si ottiene quindi laddove $S_v = 0.044 S_{max}$ (Mair, Taylor, Burland, 1996). Per le proprietà della curva Gaussiana, questa condizione si realizza in $y = \pm 2.5 i$.

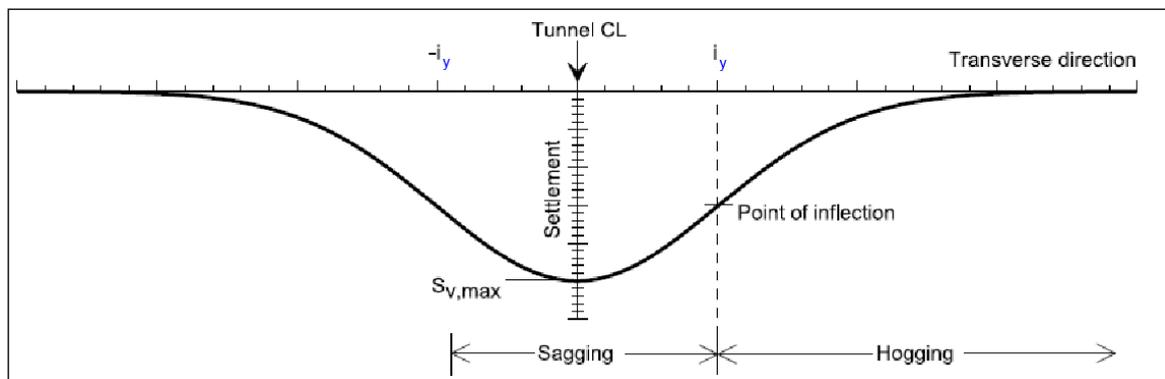
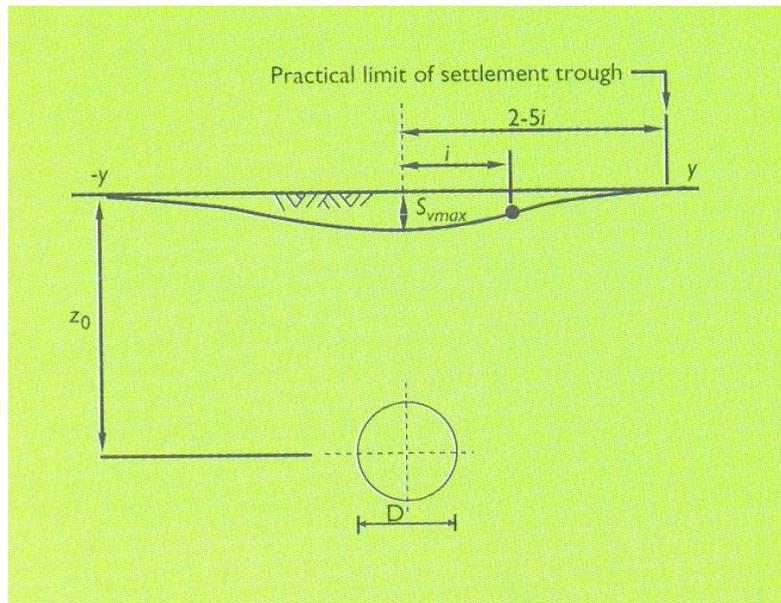


Fig. 2 – Profilo trasversale di subsidenza (Mair, Taylor 1997)

Per la caratterizzazione delle distribuzioni dei cedimenti superficiali è necessaria la definizione del parametro V_p (%) e del coefficiente k (-).

Le gallerie in esame si differenziano in ragione di due tipologie di scavo:

- scavo tradizionale per le gallerie Nuova Enna e Dittaino;
- scavo meccanizzato per la galleria Sicani

Di seguito si sono indicati le assunzione di progetto implementate nell'analisi di subsidenza :

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)</p>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

Vp (%)	Condizione
1.0	Condizione limite di normale esercizio associata allo scavo in tradizionale.
1.5	Raggiungimento della soglia di attenzione. Analisi cautelativa i cui risultati permettono di avere un quadro dei possibili effetti indotti da imprevisti locali per il funzionamento dello scavo e per il contesto geologico.
2.0	Raggiungimento della soglia di allarme. Analisi estremamente cautelativa i cui risultati permettono di evidenziare il livello di rischio in caso di conduzione dello scavo in modalità non corretta e/o fenomeni non prevedibili.
k (-)	Terreno
0.40	Terreni coesivi con intercalazioni sabbiose.
0.50	Terreni a comportamento prevalentemente coesivi.

Tabella 1 – Assunzioni progettuali per l’analisi di Rischio valida per le gallerie Nuova Enna e Dittaino

Vp (%)	Condizione
0.5	Condizione limite di normale esercizio associata alla scavo in meccanizzato.
1.0	Raggiungimento della soglia di attenzione. Analisi cautelativa i cui risultati permettono di avere un quadro dei possibili effetti indotti da imprevisti locali per il funzionamento dello scavo e per il contesto geologico.
1.5	Raggiungimento della soglia di allarme. Analisi estremamente cautelativa i cui risultati permettono di evidenziare il livello di rischio in caso di conduzione dello scavo in modalità non corretta e/o fenomeni non prevedibili.
k (-)	Terreno
0..40	Terreni coesivi con intercalazioni sabbiose.
0.50	Terreni a comportamento prevalentemente coesivi.

Tabella 2 – Assunzioni progettuali per l’analisi di Richio valide per la galleria Sicani

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

L'influenza di V_p e k sull'andamento della curva dei cedimenti è schematicamente riassunta nella tabella seguente.

Parametro	Condizione	Influenza
V_p	Crescente	Aumento proporzionale dei cedimenti.
k	Crescente	Graduale abbassamento ed allargamento della distribuzione dei cedimenti.

Tabella 3 – Descrizione sintetica dell'effetto dei parametri di riferimento sulla curva di deformazione indotta

7.2 Schematizzazione dei fabbricati interferenti

I fabbricati interferiti vengono schematizzati come semplici travi elastiche e prive di peso aventi altezza H e lunghezza L pari a quelle della sezione dell'edificio analizzato (Burland, 1997).

La dimensione L (lunghezza) viene considerata secondo lo schema riportato di seguito (si veda la figura seguente).

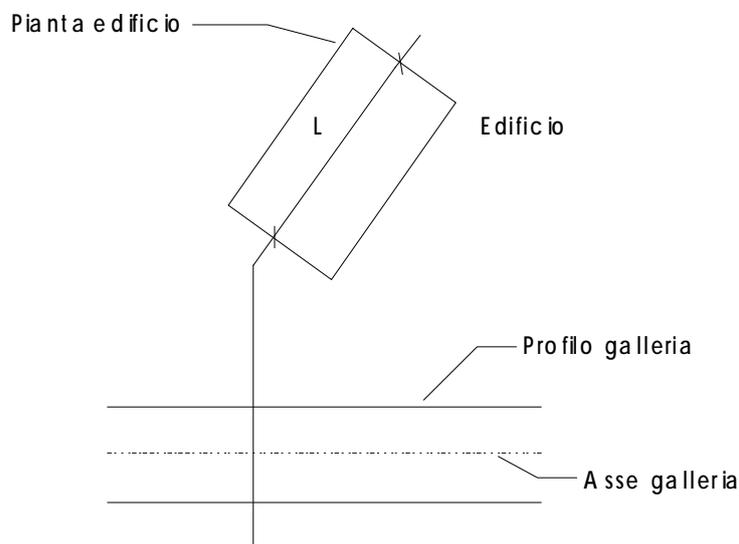


Fig. 3 – Schema di riferimento per la determinazione della lunghezza dell'edificio

7.2.1 Deformazioni indotte sui fabbricati interferiti

Prendendo in considerazione i movimenti del terreno sul piano trasversale alla galleria, la curva dei cedimenti si suddivide in tre zone:

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

- due zone con concavità verso il basso – zone “hogging”, dove le strutture che poggiano sul p.c. sono sottoposte a trazione, per la presenza di deformazioni superficiali di estensione e per il contributo della curvatura del p.c. Questa zona è compresa nell’intervallo:

$$y > +i \text{ e } y < -i$$

- una zona con concavità verso l’alto – zona “sagging”, dove le strutture che poggiano sul p.c. sono sottoposte a compressione, per la presenza di deformazioni superficiali di compressione oltre che per il contributo della curvatura del p.c. Questa zona è compresa nell’intervallo:

$$y > -i \text{ e } y < +i$$

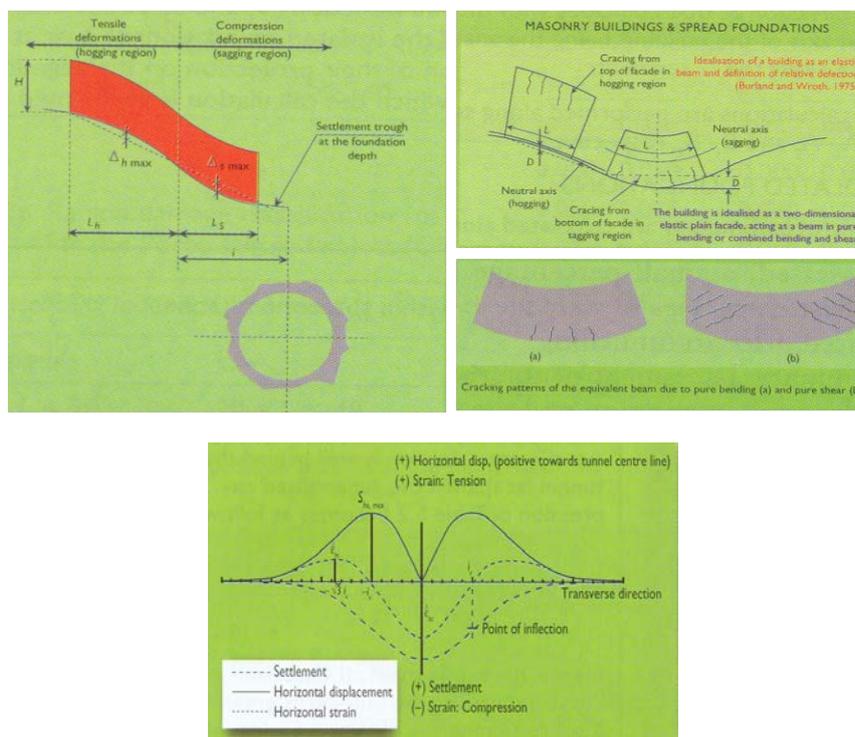


Fig. 4 – Suddivisione della curva di subsidenza nelle componenti “hogging” e “sagging”

Per la definizione delle deformazioni indotte si considera di imprimere alla trave equivalente all’edificio la stessa deformata “green field”. Il bacino di subsidenza viene limitato ad una fascia compresa tra $+2.5i$ e $-2.5i$ (i = distanza fra il punto di flesso della curva e l’asse della galleria) posta a cavallo dell’asse della galleria ne derivano le seguenti assunzioni:

- gli spostamenti orizzontali e verticali di punti esterni ai limiti del bacino sono nulli,
- la porzione di edificio interessata dalle deformazioni è quella compresa tra i suddetti estremi.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

- la nuova configurazione della trave (equivalente all'edificio) implica la mobilitazione di sollecitazioni flessionali e di taglio e corrispondenti deformazioni. Le deformazioni indotte si calcolano mediante le seguenti equazioni:

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

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

dove:

- ε_f = deformazione flessionale;
- ε_t = deformazione di taglio;
- Δ/L_i = rapporto di inflessione;
- L_i = porzione ($\leq L$ = lunghezza edificio) di edificio ricadente nella zona analizzata;
- I = modulo di inerzia ($H^3/12$ in zona sagging; $H^3/3$ in zona hogging);
- E/G = rapporto tra il modulo di elasticità longitudinale e tangenziale (12.5 per fabbricati in c.a. e 2.6 per fabbricati in muratura);
- t = distanza dell'asse neutro dal bordo teso della trave ($H/2$ in zona sagging; H in zona di hogging).

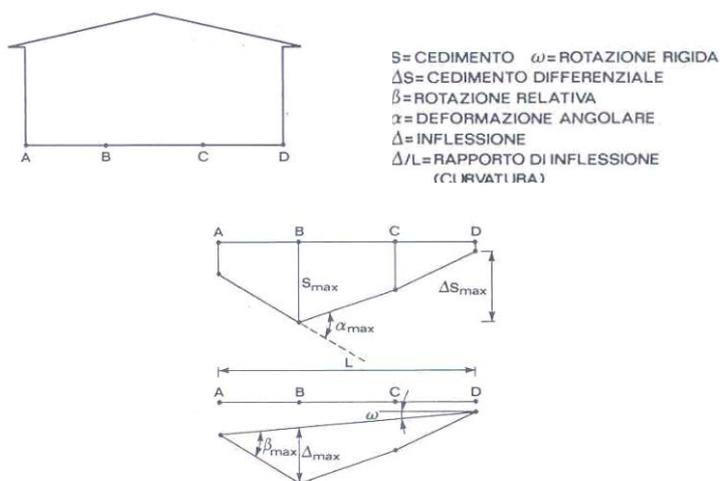


Fig. 5 – Principali parametri per la definizione del danneggiamento degli edifici per fondazioni a plinti

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

Oltre a queste deformazioni, si deve tenere conto degli effetti delle deformazioni orizzontali ε_y del terreno. Il valore di ε_y è ricavabile dalla seguente equazione:

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

dove:

- $S_h = (y/z_0) \times S_v$ = spostamento orizzontale nel punto posto alla distanza y dall'asse della galleria;
- S_v = cedimento verticale nel punto posto alla distanza y dall'asse della galleria;
- ΔS_h = si vedano gli schemi seguenti.

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	15 di 41

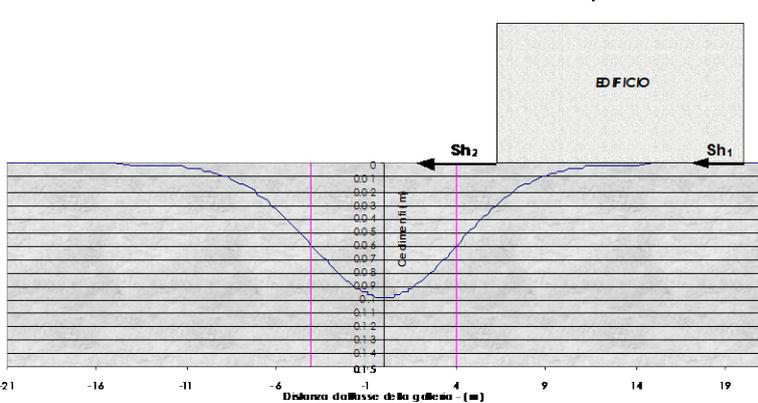
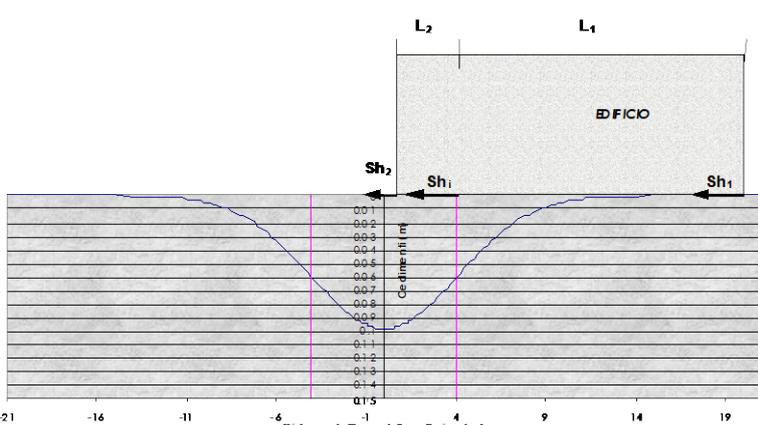
CONDIZIONE	STATO	ΔSh	L^*
	hogging a dx estensione ϵ_y > 0	$ S_{h2} - S_{h1} $	L^*_1
	sagging compressione ϵ_y < 0	0	0
	hogging a sx estensione ϵ_y > 0	0	0
	hogging a dx estensione ϵ_y > 0	$ S_{hi} - S_{h1} $	L^*_1
	sagging compressione ϵ_y < 0	$ S_{hi} - S_{h2} $	L_2
	hogging a sx estensione ϵ_y > 0	0	0

Fig. 6 – Schemi di riferimento per la definizione del parametro ΔSh (1/3)

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	16 di 41

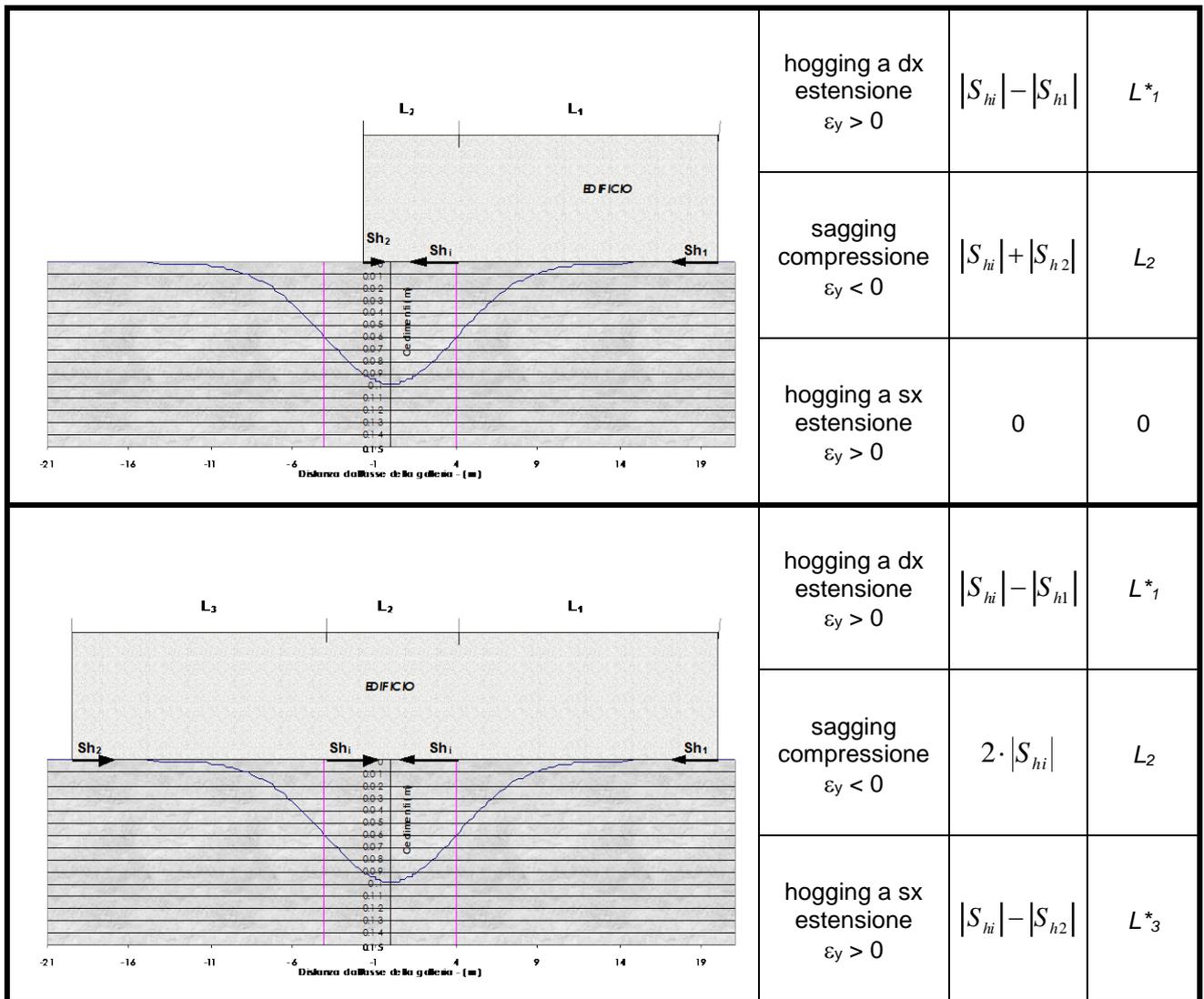


Fig. 7 – Schemi di riferimento per la definizione del parametro ΔSh (2/3)

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	17 di 41

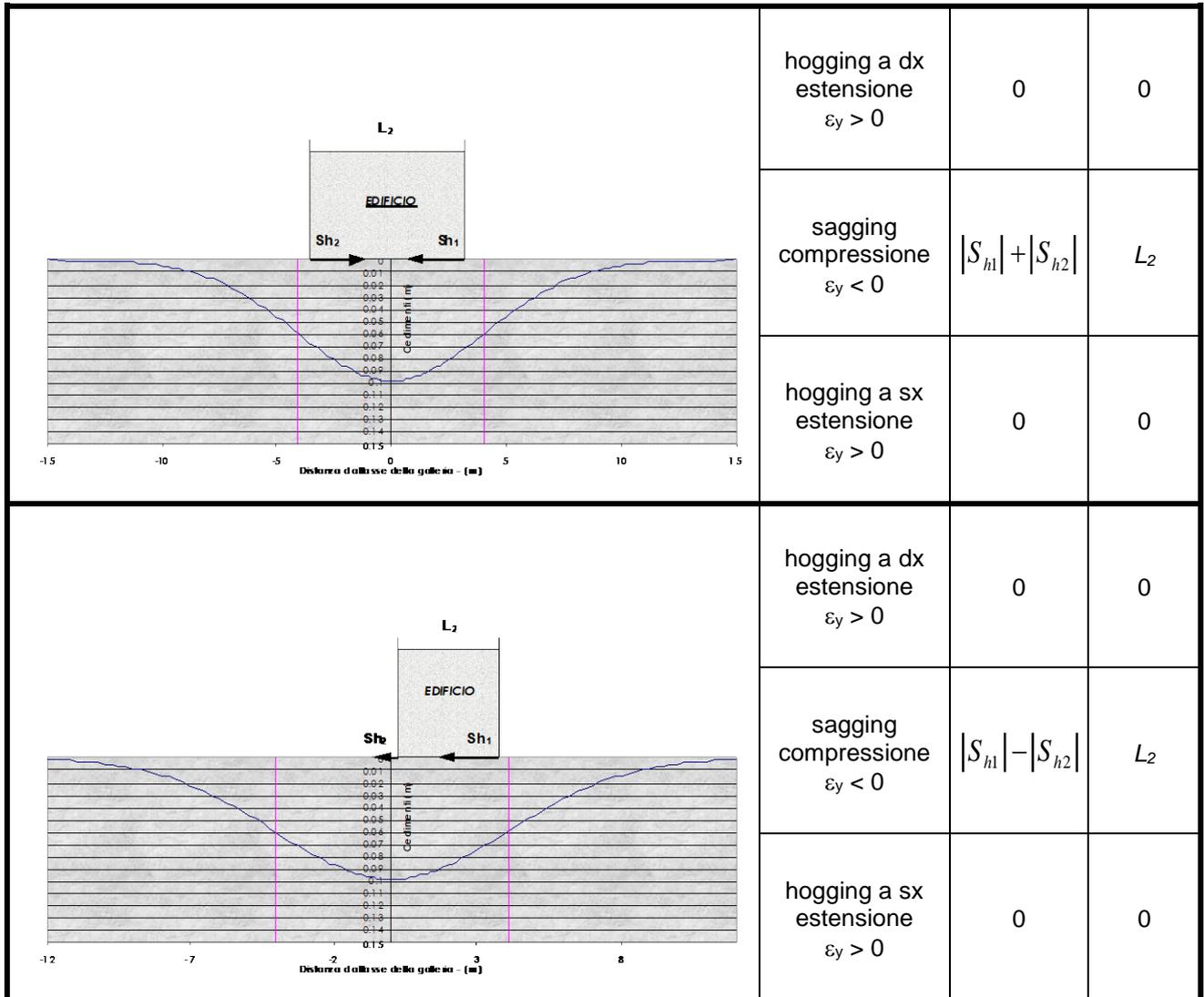


Fig. 8 – Schemi di riferimento per la definizione del parametro ΔSh (3/3)

I campi di deformazione vengono composti, per ogni campo deformativo (hogging a dx – sagging – hogging a sx), secondo le seguenti equazioni:

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

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

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

In zona di “hogging” le deformazioni indotte dai cedimenti verticali (deformazioni in estensione) si sommano alle deformazioni indotte dagli spostamenti orizzontali (deformazioni in estensione), mentre in zona di “sagging” alle deformazioni indotte dai cedimenti verticali (deformazioni in estensione) si sottraggono le deformazioni indotte dagli spostamenti orizzontali (deformazioni in compressione).

Il sistema di classificazione del danno indotto sulle strutture è basato sulla “facilità di riparazione”, prendendo in considerazione alcuni aspetti quali l’apertura delle fessure, l’inclinazione, i danni ai servizi.

A tale sistema di classificazione, composto da sei classi di danno (da 0 a 5), Boscardin e Cording (1989) fanno corrispondere dei valori limite di deformazione a trazione, riportati e descritti nelle seguenti tabelle.

Categoria di danno e corrispondenti deformazioni limite (M.D. Boscardin & E.G. Cording, 1989)		
Categoria di danno	Intensità del danno*	Deformazione limite di allungamento ϵ_{lim} (%)
0	Trascurabile	0.00 ÷ 0.05
1	Molto lieve	0.05 ÷ 0.075
2	Lieve	0.075 ÷ 0.15
3	Moderata	0.15 ÷ 0.30
4 a 5	Da severa a molto severa	> 0.30

Tabella 4 – Tabella riepilogativa parametri indica per la definizione delle categorie di danno

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

Categoria di danno e gli effetti associati	
Categoria di danno	Descrizione
0	Fessure capillari con apertura ≤ 0.1 mm
1	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 ≤ 1 mm
2	Fessure facilmente stuccabili, tinteggiatura 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 ≤ 5 mm
3	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 $5 \div 15$ mm oppure numero elevato di lesioni con apertura ≤ 3 mm
4	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 $15 \div 25$ mm, dipendente anche dal numero delle lesioni
5	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 ≤ 25 mm, dipendente anche dal numero delle lesioni

Tabella 5 – Descrizione della tipologia di danni potenziali in funzione della categoria di danno

Il metodo di calcolo sopra descritto è basato sulle seguenti ipotesi:

- gli spostamenti e le deformazioni indotte sugli edifici sono assunte pari a quelle corrispondenti alla condizione “green field”;
- la rigidità degli edifici analizzati è considerata nulla, mentre in realtà le opere di fondazioni interagiscono con il terreno riducendo il rapporto di inflessione e le deformazioni orizzontali ottenute nella condizione “green field”;

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

- nessuna distinzione tra fondazioni su plinti, su trave e su platea che presentano chiaramente comportamenti differenti soprattutto nei confronti degli spostamenti orizzontali;
- tutti gli edifici vengono considerati come disposti perpendicolarmente all’asse della galleria scavata (configurazione che determina per uno stesso edificio le condizioni peggiori in termini di entità di deformazione).

Tenendo conto delle suddette ipotesi si può affermare che tale approccio risulta molto conservativo ed i risultati ottenuti si riferiscono alla peggiore configurazione di danno possibile.

7.3 Commenti

La procedura sopra esposta consente di ottenere una analisi in merito alla categoria di danno con un approccio semplificato e conservativo.

Per gli edifici caratterizzati da una categoria di danno ≤ 2 a cui corrispondono danni lievi si ritiene che tale approccio di calcolo conservativo determini la peggiore configurazione di danno possibile sull’edificio e pertanto si ritiene di non approfondire ulteriormente il grado di dettaglio delle analisi.

Per gli edifici che ricadono in categoria di danno ≥ 3 a cui corrispondono invece danni moderati si approfondiscono le analisi precedentemente eseguite utilizzando un metodo di calcolo che consente di tenere in conto nelle analisi la rigidità dell’edificio. Tale metodo viene descritto ed analizzato nel capitolo successivo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

8 STUDIO DEL POTENZIALE DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI

Costruite le curve di subsidenza, si passa quindi allo studio relativo al danneggiamento degli edifici.

8.1 Dati di base per l'analisi

Gli edifici riportati sono stati sottoposti all'analisi di rischio danneggiamento in seguito allo scavo della galleria, utilizzando come dati di input le informazioni ricavate sulla base delle schede fabbricato redatte a seguito di un sopralluogo in sito: Lungo il tracciato della linea sono stati individuati circa 22 edifici presenti sull'area di impronta delle future gallerie, con due edifici che interessano le aree di imbocco (vedi Tabella 6).

A seguito di una valutazione preliminare legata all'estensione della superficie di subsidenza ed alla copertura di scavo si è posta l'attenzione su 11 corpi di fabbrica per i quali si è ritenuto di approfondire l'analisi di rischio.

Nella tabella riportata di seguito sono evidenziati gli edifici oggetto di specifico studio di interferenza; gli edifici denominati Ed 07 ed Ed 22 sono riportati per completezza ma sono relativi alle aree di imbocco rispettivamente delle Gallerie Nuova Enna e Dittaino.

In merito alla valutazione delle caratteristiche geometriche e/o meccaniche degli edifici si rappresenta che in caso di informazioni carenti e/o incertezza dei dati si è ipotizzato, a favore di sicurezza, una struttura in muratura. Per ciascun edificio si è ipotizzata, altresì, la presenza di un piano interrato. Questo ha effetto sia sull'altezza totale del fabbricato sia sulla posizione dell'intradosso delle fondazioni rispetto all'asse della galleria.

Tabella 6 – Edifici interferenti

Galleria	Edificio n°	Zo(m)	Distanza edificio dall'asse tracciato (m)	Estensione della conca di subsidenza dall'asse tracciato (m)
NUOVA ENNA	ED.01	15	70	15.6
	ED.02	47	24	45.6
	ED.03	54	57	52.1
	ED.04	31	22	38.75
	ED.05	20	60	20.3
	ED.06	15	35	15.6
	ED.07	(IMBOCCO)	21	---
SICANI	ED.08	25	45	40

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

Galleria	Edificio n°	Z ₀ (m)	Distanza edificio dall'asse tracciato (m)	Estensione della conca di subsidenza dall'asse tracciato (m)
	ED.09	24	20	40
	ED.10	25	70	40
	ED.11	25	80	40
	ED.12	25	45	40
	ED.13	75	10	90
	ED.14	20	31	40
	ED.15	20	47	40
	ED.16	14	61	35
DITTAINO	ED.17	75	0	70
	ED.18	75	0	70
	ED.19	75	0	70
	ED.20	65	65	60
	ED.21	15	5	15
	ED.22	(IMBOCCO)	----	

Dove z_0 rappresenta la profondità del piano dei centri della galleria rispetto al piano campagna.

Sono di seguito riassunte le zone indagate per l'analisi delle subsidenze.

8.1.1 Galleria Nuova Enna

La galleria Nuova Enna prevede un nuovo fornace, realizzato con metodo di scavo tradizionale, la cui area media di scavo è circa 80m². La lunghezza del tratto in naturale è di circa 860 m con coperture massime fino 90m.

I corpi di fabbrica identificati lungo il tracciato sono 7. In dettaglio, nel tratto compreso tra le Pk 1+850, circa, e le Pk 2+950, circa, sono presenti un gruppo di edifici ricadenti entro il bacino di subsidenza indotto dallo scavo della galleria aventi una distanza rispetto all'asse galleria di linea compresa tra 25m e 70m circa. Nella zona di

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

sottoattraversamento dei suddetti corpi di fabbrica, lo scavo del tunnel interessa la formazione di Terravecchia (TRV/TRVa) con coperture, dall'asse della calotta, variabili tra 15m e 55m circa.



Figura 1. Planimetria posizione edifici in fregio al traccato della galleria Nuova Enna.

Considerata l'estensione della conca di subsidenza, sono stati analizzati nel dettaglio i soli edifici denominati Ed02, Ed 03 e Ed 04, mentre gli altri edifici ricadono all'esterno dell'area interessata dalla conca di subsidenza.

Galleria	Edificio n°	Zo(m)	Distanza edificio dall'asse tracciato (m)	Estensione della conca di subsidenza dall'asse tracciato (m)
NUOVA ENNA	ED.01	15	70	15.6
	ED.02	47	24	45.6
	ED.03	54	57	52.1
	ED.04	31	22	38.75
	ED.05	20	60	20.3
	ED.06	15	35	15.6
	ED.07	(IMBOCCO)	21	---

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

8.1.2 Galleria Sicani

La galleria Sicani prevede due nuovi fornicati affiancati, previsti in scavo con metodo meccanizzato, la cui area media di scavo è circa 68 m². La lunghezza del tratto in naturale è di circa 5162 m con coperture massime fino a 135 m.

I corpi di fabbrica identificati lungo il tracciato sono 9. In dettaglio, nel tratto compreso tra le Pk 7+850, circa, e le Pk 8+950, circa, sono presenti un gruppo di edifici ricadenti entro il bacino di subsidenza indotto dallo scavo della gallerie; la distanza minima di tali corpi di fabbrica rispetto all'asse galleria di linea è minore di 25m. Nella zona di sottoattraversamento dei suddetti corpi di fabbrica lo scavo del tunnel interessa la formazione marnosa-argillosa del Terravecchia (TRV) con coperture, dall'asse della calotta, variabili tra 25 m e 70m circa.



Figura 2. Planimetria posizione edifici zona galleria galleria Sicani

Si è ritenuto trascurabile l'effetto degli scavi sui corpi di fabbrica Ed-08, Ed-10, Ed-11 ed Ed-12, in quanto tali edifici ricadono all'esterno della conca di subsidenza, oppure le coperture della galleria risultano tali (valori superiori ai 60 m) da non produrre alcun effetto in superficie.

Galleria	Edificio n°	Zo(m)	Distanza edificio dall'asse tracciato (m)	Estensione della conca di subsidenza dall'asse tracciato (m)
SICANI	ED.08	25	45	40
	ED.09	24	20	40
	ED.10	25	70	40
	ED.11	25	80	40
	ED.12	25	45	40
	ED.13	75	10	90

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

Galleria	Edificio n°	Zo(m)	Distanza edificio dall'asse tracciato (m)	Estensione della conca di subsidenza dall'asse tracciato (m)
	ED.14	20	31	40
	ED.15	20	47	40
	ED.16	14	61	35

8.1.3 Galleria Dittaino

La Galleria Dittaino prevede un nuovo fornice, realizzato con metodo di scavo tradizionale, la cui area media di scavo è circa 80m². La lunghezza del tratto in naturale è di circa 2150 m con coperture massime fino 110m.

I corpi di fabbrica identificati lungo il tracciato sono 6. In dettaglio, nel tratto compreso tra le Pk 11+080, circa, e le Pk 11+170, circa, sono presenti un gruppo di edifici ubicati in asse al tracciato e quindi ricadenti entro il bacino di subsidenza indotto dallo scavo della galleria. Nella zona di sotto attraversamento dei suddetti corpi di fabbrica lo scavo del tunnel interessa la formazione delle argille varicolori con coperture, dall'asse della calotta, superiori a circa 70 m.



Figura 3. Planimetria posizione edifici zona galleria Dittaino

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

Galleria	Edificio n°	Zo(m)	Distanza edificio dall'asse tracciato (m)	Estensione della conca di subsidenza dall'asse tracciato (m)
DITTAINO	ED.17	75	0	70
	ED.18	75	0	70
	ED.19	75	0	70
	ED.20	65	65	60
	ED.21	15	5	15
	ED.22	(IMBOCCO)	----	

Si è ritenuto trascurabile l'effetto degli scavi sui corpi di fabbrica Ed-20, in quanto tale edificio ricade all'esterno della conca di subsidenza. L'edificio Ed.21

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)</p>												
<p>Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in 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>RS3V</td> <td>40D07</td> <td>CL</td> <td>GN 00 00 001</td> <td>A</td> <td>27 di 41</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	27 di 41
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	27 di 41								

8.2 Metodo di analisi dei cedimenti indotti e del danneggiamento

Le analisi degli edifici sono state condotte considerando gli effetti combinati dovuti ai cedimenti verticali ed orizzontali. Per tutti gli edifici è stata svolta l'analisi nel piano trasversale alle gallerie. Per tutti gli edifici le analisi sono state svolte con lo schema della trave equivalente.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A

9 RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO SULLE PRE-ESISTENZE IN SUPERFICIE

9.1 Risultati dello studio sul danneggiamento degli edifici interferenti (senza considerare la rigidezza dell'edificio)

Per ogni edificio analizzato sono state individuate le relative categorie di danneggiamento, con riferimento ai rispettivi casi di studio considerati. L'ultima colonna riporta la categoria di danno massima dell'edificio considerando tutti i casi di studio.

Codice edificio	K = 0.4			K = 0.50			Categoria di danno
	Vp=1.0%	Vp=1.5%	Vp=2.0%	Vp=10%	Vp=1.5%	Vp=2.0%	
Ed-02	0	0	0	0	0	0	0
Ed-03	0	0	0	0	0	0	0
Ed-04	0	1	1	0	0	1	1

Tabella 7 – Galleria Nuova Enna - Categoria di danno potenziale per gli edifici indagati.

Codice edificio	K = 0.4			K = 0.50			Categoria di danno
	Vp=0.5%	Vp=1.0%	Vp=1.5%	Vp=0.5%	Vp=1.0%	Vp=1.5%	
Ed-09	0	0	0	0	0	0	0
Ed-13	0	0	0	0	0	0	0
Ed-14	0	0	0	0	0	0	0
Ed-15	0	0	0	0	0	0	0
Ed-16	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 8 – Galleria Sicani - Categoria di danno potenziale per gli edifici indagati.

Codice edificio	K = 0.4			K = 0.50			Categoria di danno
	Vp=1.0%	Vp=1.5%	Vp=2.0%	Vp=1.0%	Vp=1.5%	Vp=2.0%	
Ed-17	0	0	0	0	0	0	0
Ed-18	0	0	0	0	0	0	0
Ed-19	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 9 – Galleria Dittaino - Categoria di danno potenziale per gli edifici indagati

In Allegato 1 si riportano le schede delle analisi di danno che riassumono i dati di input dei fabbricati, le curve di subsidenza ed i risultati delle analisi di danneggiamento per ogni edificio analizzato e per tutti i casi di studio affrontati.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A	FOGLIO 29 di 41

9.2 Risultati dello studio sul danneggiamento degli edifici interferenti (considerando la rigidità dell'edificio)

Dai risultati scaturiti si evince che tutti gli edifici analizzati ricadono in categoria di danno 0/1 a cui corrispondono effetti di danno di fatto trascurabili sugli edifici interferenti.

Si sottolinea, in ogni caso, come il metodo di analisi utilizzato sia caratterizzato da ipotesi cautelative. Tenuto quindi conto delle suddette ipotesi si può affermare che l'approccio progettuale proposto risulta conservativo ed i risultati ottenuti si riferiscono alla peggiore configurazione di danno possibile.

Per tale ragione non risulta necessario effettuare ulteriori approfondimenti relativamente al comportamento degli edifici.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA PROGETTO DEFINITIVO TRATTA NUOVA ENNA DITTAINO (LOTTO 4B)					
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3V	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. A	FOGLIO 30 di 41

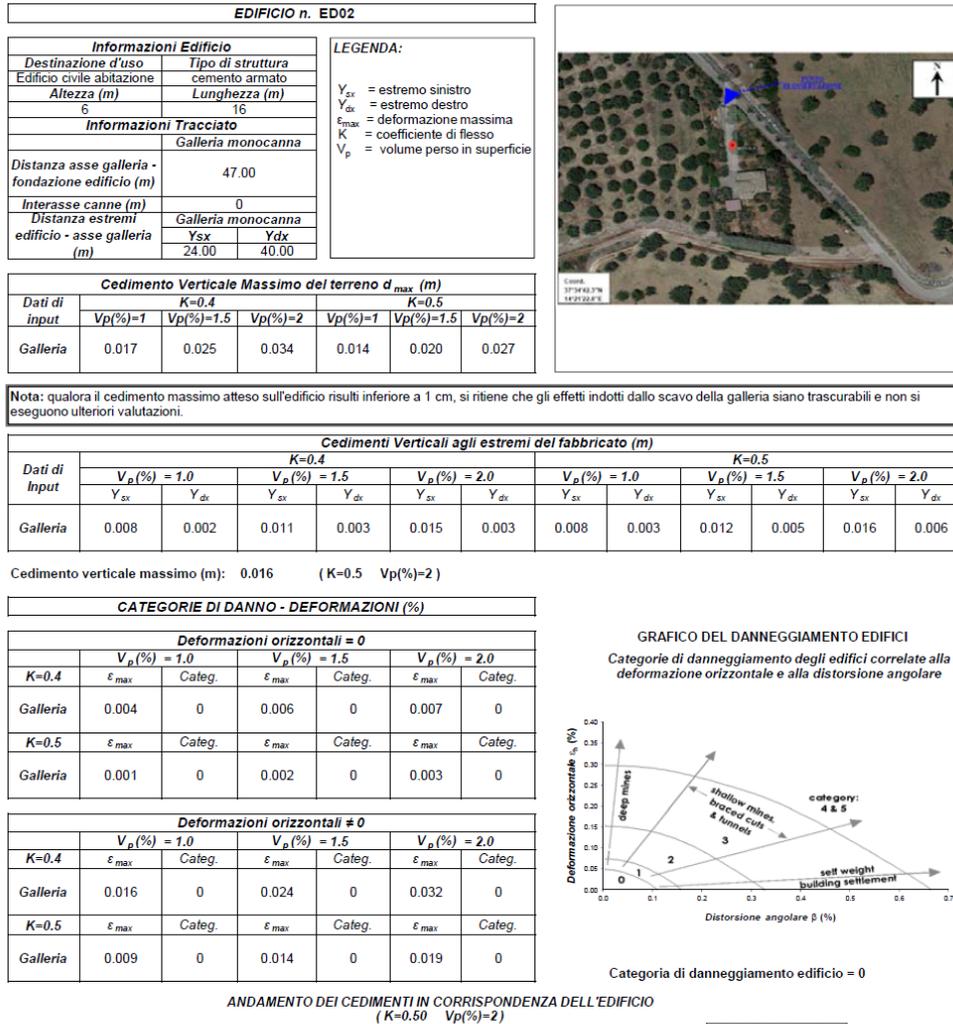
10 CONCLUSIONI

In tale documento sono stati analizzati gli effetti indotti dallo scavo delle tre gallerie previste nel progetto definitivo del nuovo Itinerario Palermo – Catania, tratta Nuova Enna – Dittaino (Lotto 4b), compresa tra la Stazione di Nuova Enna (inclusa) e la stazione di Dittaino (inclusa), dal km 0+315 al km 14+935 (coincidente con la pk 172+871 circa della linea storica Palermo Catania).

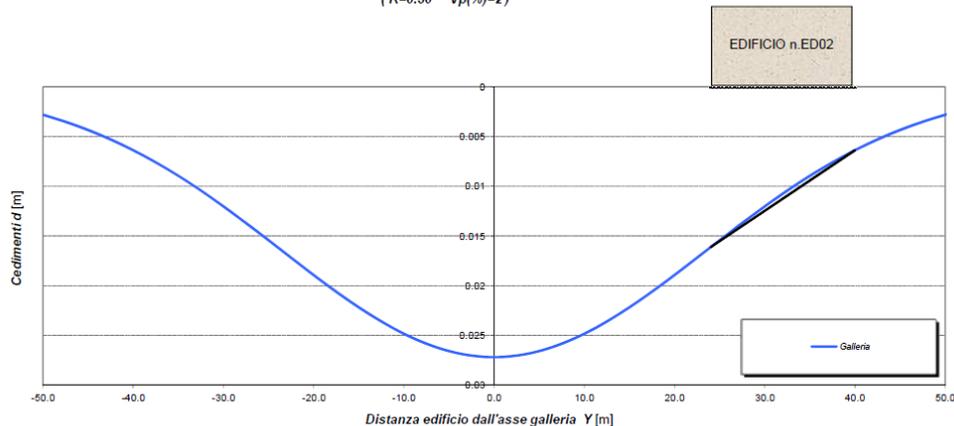
Le analisi progettuali elaborate nella presente fase di progetto, hanno consentito di determinare il bacino di subsidenza prodotto dallo scavo della galleria ed i relativi effetti indotti sugli edifici. I risultati ottenuti si riferiscono configurazione di danno possibile. L'analisi, eseguita con metodi ampiamente convalidati, ha evidenziato che per tutti gli edifici considerati sono attese deformazioni a cui corrispondono effetti di danno di fatto trascurabili sugli edifici interferenti.

11 ALLEGATO 1 – RISULTATI DELLE ANALISI DI DANNO. GALLERIA NUOVA ENNA

11.1 Analisi in assenza di rigidezza degli edifici



ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO
(K=0.50 $V_p(\%)=2$)



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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	32 di 41

EDIFICIO n. ED03		
Informazioni Edificio		
Destinazione d'uso	Tipo di struttura	
Edificio civile abitazione	cemento armato	
Altezza (m)	Lunghezza (m)	
6	14	
Informazioni Tracciato		
Galleria monocanna		
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	54.00	
Interasse canne (m)	0	
Distanza estremi edificio - asse galleria (m)	Galleria monocanna	
	Y _{sx}	Y _{dx}
	-77.00	-57.00

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



Cedimento Verticale Massimo del terreno d _{max} (m)						
Dati di input	K=0.4			K=0.5		
	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=2	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=2
Galleria	0.015	0.022	0.030	0.012	0.018	0.024

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

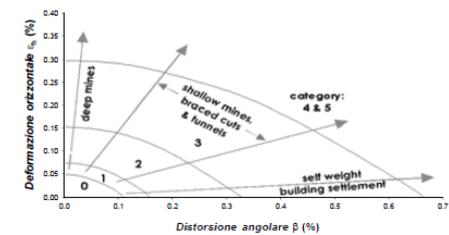
Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di Input	K=0.4						K=0.5					
	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	Y _{sx}	Y _{dx}										
Galleria	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.003

Cedimento verticale massimo (m): 0.003 (K=0.5 V_p(%)=2)

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.4	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{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	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.001	0	0.001	0	0.001	0

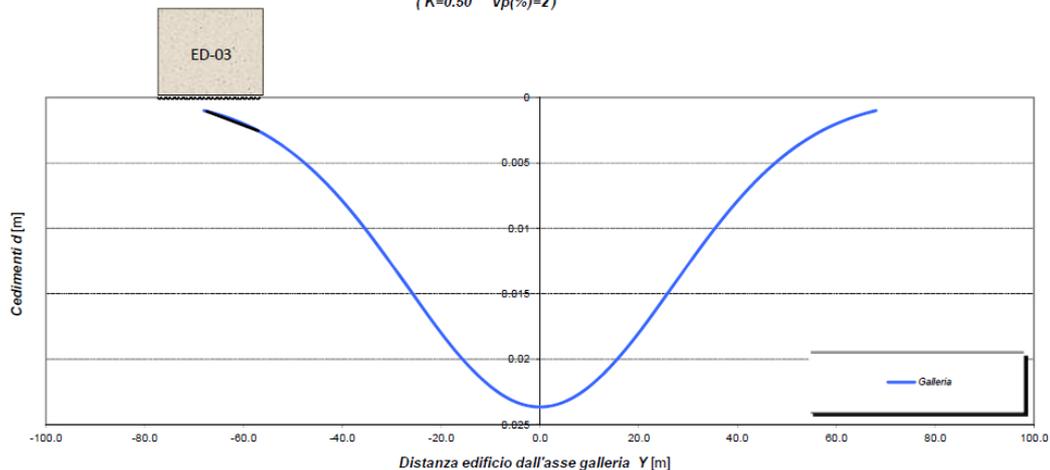
Deformazioni orizzontali ≠ 0						
K=0.4	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.007	0	0.010	0	0.014	0

GRAFICO DEL DANNEGGIAMENTO EDIFICI
Categorie di danneggiamento degli edifici correlate alla deformazione orizzontale e alla distorsione angolare



Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO
(K=0.50 V_p(%)=2)



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

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3V 40D07 CL GN 00 00 001 A 33 di 41

EDIFICIO n. ED04			
Informazioni Edificio			
Destinazione d'uso	Tipo di struttura		
Edificio civile abitazione	muratura		
Altezza (m)	Lunghezza (m)		
6	10		
Informazioni Tracciato			
Galleria monocanna			
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	31.00		
Interasse canne (m)	0		
Distanza estremi edificio - asse galleria (m)			
	Galleria monocanna		
	Y _{sx}	Y _{dx}	
	-32.00	-22.00	

LEGENDA:

Y_{sx} = estremo sinistro
Y_{dx} = estremo destro
ε_{max} = deformazione massima
K = coefficiente di flessio
V_p = volume perso in superficie



Cedimento Verticale Massimo del terreno d _{max} (m)						
Dati di input	K=0.4			K=0.5		
	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=2	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=2
Galleria	0.026	0.039	0.052	0.021	0.031	0.041

Nota: qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1 cm, 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=0.4						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}										
Galleria	0.001	0.005	0.001	0.008	0.002	0.008	0.002	0.008	0.004	0.011	0.005	0.015

Cedimento verticale massimo (m): 0.015 (K=0.5 V_p(%)=2)

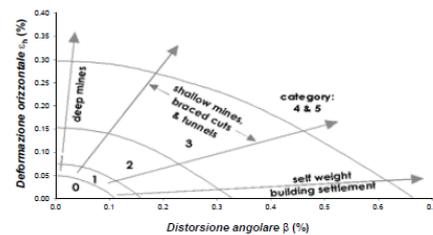
CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)

Deformazioni orizzontali = 0						
K	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.007	0	0.010	0	0.014	0
Galleria	0.005	0	0.008	0	0.010	0

Deformazioni orizzontali ≠ 0						
K	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.036	0	0.055	1	0.073	1
Galleria	0.033	0	0.050	0	0.066	1

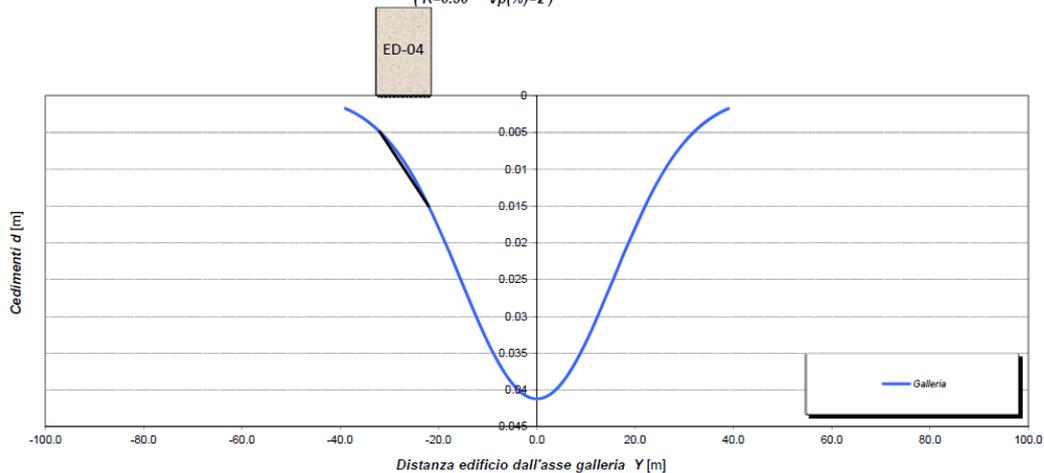
GRAFICO DEL DANNEGGIAMENTO EDIFICI

Categorie di danneggiamento degli edifici correlate alla deformazione orizzontale e alla distorsione angolare



Categoria di danneggiamento edificio = 1

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO
(K=0.50 V_p(%)=2)



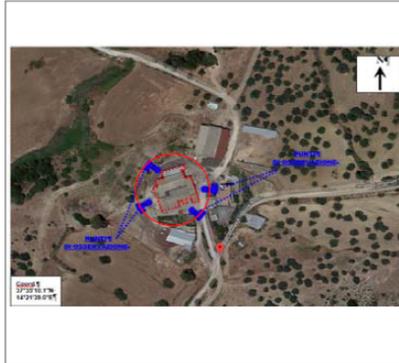
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	34 di 41

12 ALLEGATO 2 – RISULTATI DELLE ANALISI DI DANNO. GALLERIA SICANI

12.1 Analisi in assenza di rigidezza degli edifici

EDIFICIO n. ED09						
Informazioni Edificio		LEGENDA:				
Destinazione d'uso	Tipo di struttura	Y_{sx}	= estremo sinistro			
Edificio civile abitazione	muratura	Y_{dx}	= estremo destro			
Altezza (m)	Lunghezza (m)	ϵ_{max}	= deformazione massima			
6	42	K	= coefficiente di flessione			
Informazioni Tracciato		V_p	= volume perso in superficie			
Galleria doppiacanna						
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	24.00					
Interasse canne (m)	16					
Cedimento Verticale Massimo del terreno d_{max} (m)						
Dati di input	K=0.4		K=0.5			
	Vp(%)=0.5	Vp(%)=1	Vp(%)=1.5	Vp(%)=0.5	Vp(%)=1	Vp(%)=1.5
Galleria	0.014	0.028	0.042	0.011	0.023	0.034



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

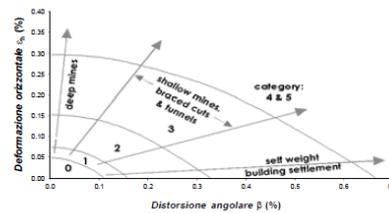
Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di Input	K=0.4						K=0.5					
	$V_p(%) = 0.5$		$V_p(%) = 1.0$		$V_p(%) = 1.5$		$V_p(%) = 0.5$		$V_p(%) = 1.0$		$V_p(%) = 1.5$	
	Y_{sx}	Y_{dx}										
Galleria	0.002	0.000	0.003	0.000	0.005	0.000	0.003	0.000	0.006	0.000	0.009	0.000

Cedimento verticale massimo (m): 0.009 (K=0.5 Vp(%)=1.5)

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.4	$V_p(%) = 0.5$		$V_p(%) = 1.0$		$V_p(%) = 1.5$	
	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.
Galleria	0.006	0	0.012	0	0.018	0
K=0.5	$V_p(%) = 0.5$		$V_p(%) = 1.0$		$V_p(%) = 1.5$	
	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.
Galleria	0.007	0	0.015	0	0.022	0
Deformazioni orizzontali ≠ 0						
K=0.4	$V_p(%) = 0.5$		$V_p(%) = 1.0$		$V_p(%) = 1.5$	
	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.
Galleria	0.013	0	0.027	0	0.040	0
K=0.5	$V_p(%) = 0.5$		$V_p(%) = 1.0$		$V_p(%) = 1.5$	
	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.
Galleria	0.016	0	0.033	0	0.049	0

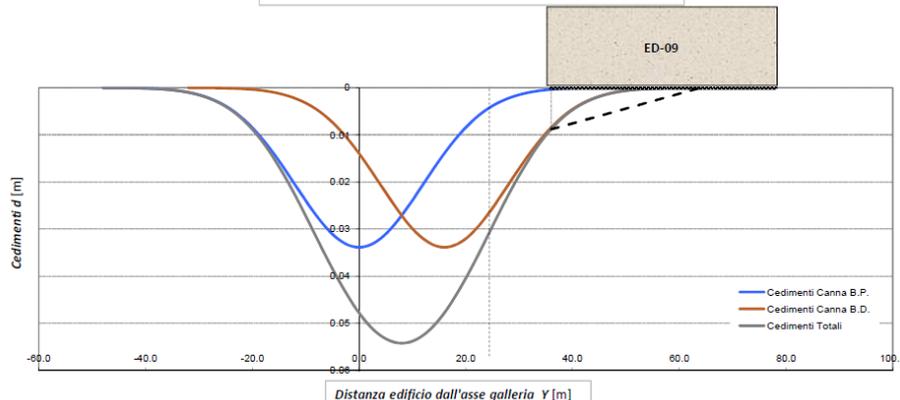
GRAFICO DEL DANNEGGIAMENTO EDIFICI

Categorie di danneggiamento degli edifici correlate alla deformazione orizzontale e alla distorsione angolare



Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO
(K=0.50 Vp(%)=1,5)



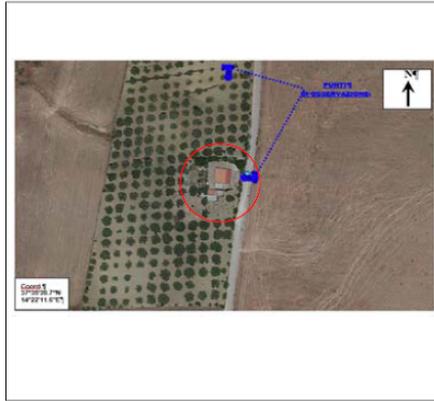
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3V 40D07 CL GN 00 00 001 A 35 di 41

EDIFICIO n. ED13						
Informazioni Edificio						
Destinazione d'uso	Tipo di struttura					
Edificio civile abitazione	cemento armato					
Altezza (m)	Lunghezza (m)					
10	15					
Informazioni Tracciato						
Galleria doppiacanna						
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	75.00					
Interasse canne (m)	40					
Distanza estremi edificio - asse galleria (m)	Galleria doppiacanna					
	Y _{sx}	Y _{dx}				
	-25.00	-10.00				
Cedimento Verticale Massimo del terreno d_{max} (m)						
Dati di input	K=0.4		K=0.5			
	V _p (%)=0.5	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=0.5	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5
Galleria	0.005	0.009	0.014	0.004	0.007	0.011

LEGENDA:

Y_{sx} = estremo sinistro
Y_{dx} = estremo destro
ε_{max} = deformazione massima
K = coefficiente di flessione
V_p = volume perso in superficie

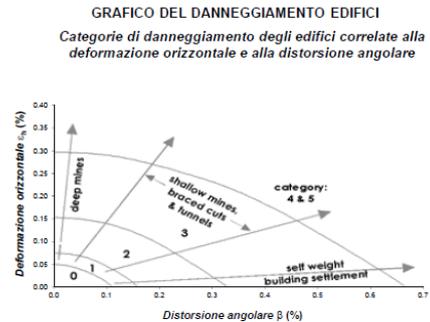


Nota: qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1 cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

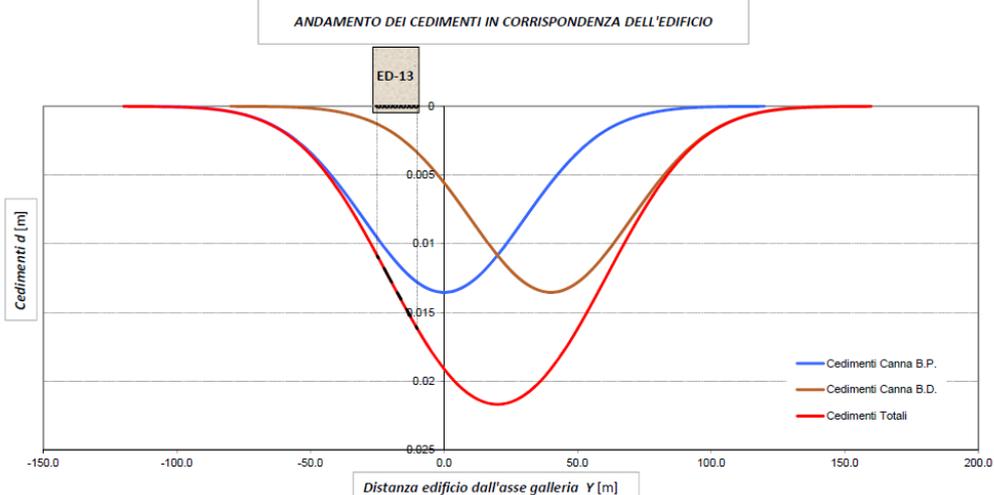
Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di Input	K=0.4						K=0.5					
	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	Y _{sx}	Y _{dx}										
Galleria	-	-	-	-	0.011	0.016	-	-	0.007	0.010	0.011	0.015

Cedimento verticale massimo (m): 0.016 (K=0.4 V_p(%)=1.5)

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.4	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.000	0	0.001	0	0.001	0
K=0.5	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.000	0	0.001	0	0.001	0
Deformazioni orizzontali ≠ 0						
K=0.4	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.003	0	0.005	0	0.008	0
K=0.5	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.002	0	0.004	0	0.006	0



Categoria di danneggiamento edificio = 0



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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	36 di 41

EDIFICIO n. ED14						
Informazioni Edificio						
Destinazione d'uso	Tipo di struttura					
Edificio civile abitazione	muratura					
Altezza (m)	Lunghezza (m)					
6	34					
Informazioni Tracciato						
Galleria doppiacanna						
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	20.00					
Interasse canne (m)	27					
Distanza estremi edificio - asse galleria (m)	Galleria doppiacanna					
	Y _{sx}	Y _{dx}				
	58.00	92.00				
Cedimento Verticale Massimo del terreno d_{max} (m)						
Dati di input	K=0.4		K=0.5			
	V _p (%)=0.5	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=0.5	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5
Galleria	0.017	0.034	0.051	0.014	0.027	0.041

LEGENDA:

Y_{sx} = estremo sinistro
Y_{dx} = estremo destro
ε_{max} = deformazione massima
K = coefficiente di flessione
V_p = volume perso in superficie



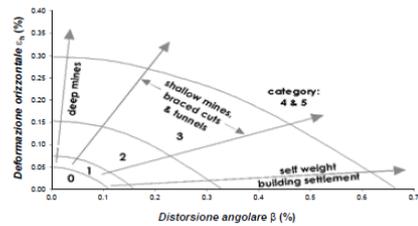
Nota: qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1 cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di input	K=0.4						K=0.5					
	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	Y _{sx}	Y _{dx}										
Galleria	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Cedimento verticale massimo (m): 0.000 (K=0.5 V_p(%)=1.5)

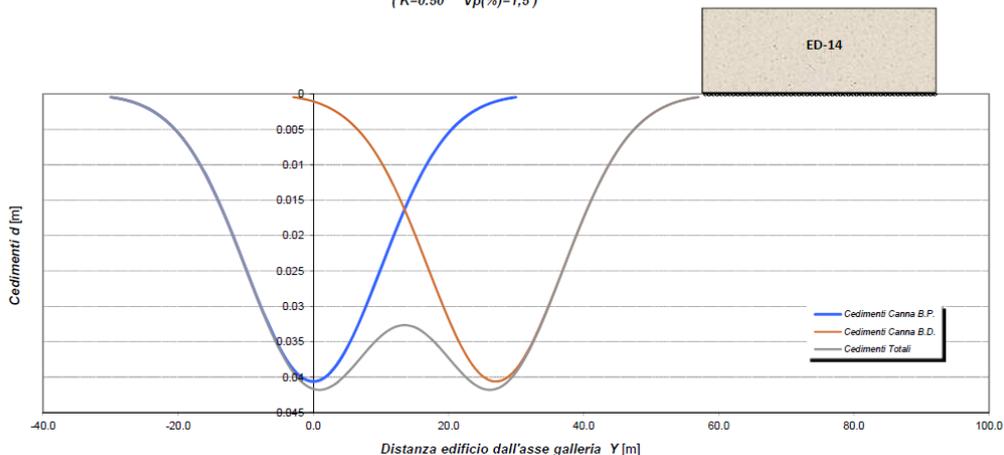
CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.4	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.000	0	0.001	0	0.001	0
Deformazioni orizzontali ≠ 0						
K=0.4	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.001	0	0.001	0	0.002	0
K=0.5	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.002	0	0.004	0	0.007	0

GRAFICO DEL DANNEGGIAMENTO EDIFICI
Categorie di danneggiamento degli edifici correlate alla deformazione orizzontale e alla distorsione angolare



Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO
(K=0.50 V_p(%)=1,5)



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

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3V 40D07 CL GN 00 00 001 A 37 di 41

EDIFICIO n. ED15			
Informazioni Edificio			
Destinazione d'uso	Tipo di struttura		
Edificio civile abitazione	muratura		
Altezza (m)	Lunghezza (m)		
10	35		
Informazioni Tracciato			
Galleria doppiacanna			
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	20.00		
Interasse canne (m)	26		
Distanza estremi edificio - asse galleria (m)			
Galleria doppiacanna			
	Y _{sx}	Y _{dx}	
	73.00	108.00	

LEGENDA:

Y_{sx} = estremo sinistro
Y_{dx} = estremo destro
ε_{max} = deformazione massima
K = coefficiente di flessione
V_p = volume perso in superficie



Cedimento Verticale Massimo del terreno d _{max} (m)						
Dati di input	K=0.4			K=0.5		
	V _p (%)=0.5	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=0.5	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5
Galleria	0.017	0.034	0.051	0.014	0.027	0.041

Nota: qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1 cm, 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=0.4						K=0.5					
	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	Y _{sx}	Y _{dx}										
Galleria	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

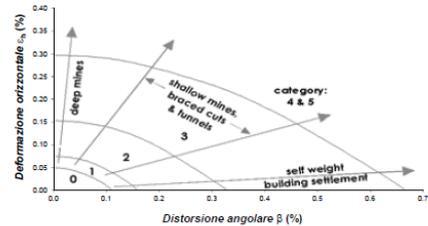
Cedimento verticale massimo (m): 0.000 (K=0.5 V_p(%)=1.5)

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)

Deformazioni orizzontali = 0						
K	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
K=0.4	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	0.000	0	0.000	0	0.000	0

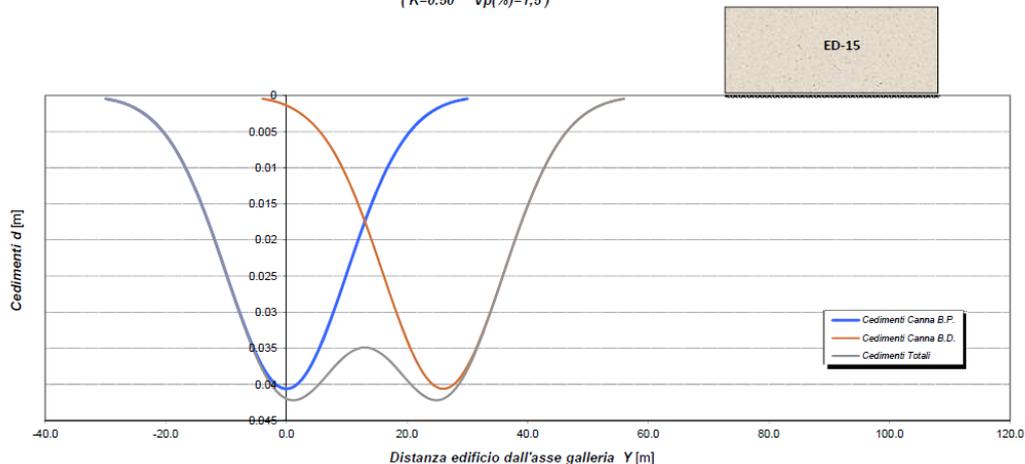
Deformazioni orizzontali ≠ 0						
K	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
K=0.4	0.000	0	0.000	0	0.000	0
K=0.5	0.000	0	0.000	0	0.000	0

GRAFICO DEL DANNEGGIAMENTO EDIFICI
Categorie di danneggiamento degli edifici correlate alla deformazione orizzontale e alla distorsione angolare



Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO
(K=0.50 V_p(%)=1,5)



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

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3V 40D07 CL GN 00 00 001 A 38 di 41

EDIFICIO n. ED16			
Informazioni Edificio			
Destinazione d'uso	Tipo di struttura		
Edificio civile abitazione	muratura		
Altezza (m)	Lunghezza (m)		
11.5	31		
Informazioni Tracciato			
Galleria doppiacanna			
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	14.00		
Interasse canne (m)	25		
Distanza estremi edificio - asse galleria (m)	Galleria doppiacanna		
	Y _{sx}	Y _{dx}	
	86.00	117.00	

LEGENDA:

Y_{sx} = estremo sinistro
Y_{dx} = estremo destro
ε_{max} = deformazione massima
K = coefficiente di flesso
V_p = volume perso in superficie



Cedimento Verticale Massimo del terreno d _{max} (m)						
Dati di input	K=0.4			K=0.5		
	V _p (%)=0.5	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=0.5	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5
Galleria	0.024	0.048	0.073	0.019	0.039	0.058

Nota: qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1 cm, 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=0.4						K=0.5					
	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	Y _{sx}	Y _{dx}										
Galleria	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

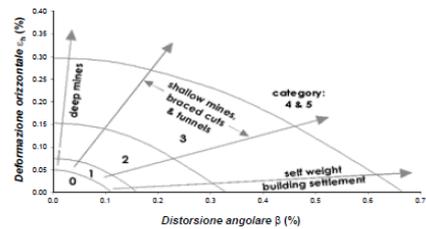
Cedimento verticale massimo (m): 0.000 (K=0.5 V_p(%)=1.5)

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)

Deformazioni orizzontali = 0						
K	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0

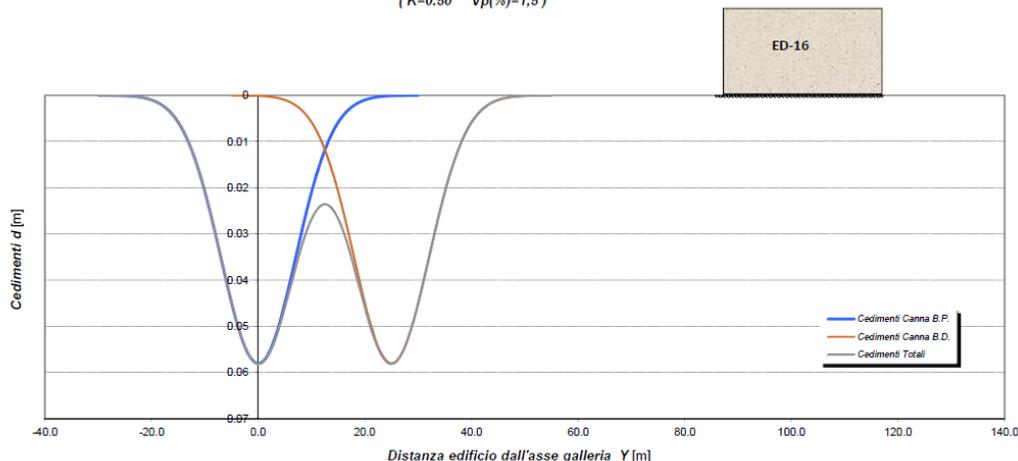
Deformazioni orizzontali ≠ 0						
K	V _p (%) = 0.5		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0
Galleria	0.000	0	0.000	0	0.000	0

GRAFICO DEL DANNEGGIAMENTO EDIFICI
Categorie di danneggiamento degli edifici correlate alla deformazione orizzontale e alla distorsione angolare



Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO
(K=0.50 V_p(%)=1,5)



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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	39 di 41

13 ALLEGATO 3 – RISULTATI DELLE ANALISI DI DANNO. GALLERIA DITTAINO

13.1 Analisi in assenza di rigidezza degli edifici

EDIFICIO n. ED17						
Informazioni Edificio			LEGENDA: Y_{sx} = estremo sinistro Y_{dx} = estremo destro e_{pmax} = deformazione massima K = coefficiente di flessione V_p = volume perso in superficie			
Destinazione d'uso	Tipo di struttura					
Edificio civile abitazione	muratura					
Altezza (m)	Lunghezza (m)					
10	18					
Informazioni Tracciato						
Galleria monocanna						
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	75.00					
Interasse canne (m)	0					
Distanza estremi edificio - asse galleria (m)						
Galleria monocanna						
Y_{sx}	Y_{dx}					
-5.30	3.30					
Cedimento Verticale Massimo del terreno d_{max} (m)						
Dati di input	K=0.4			K=0.5		
	$V_p(\%)=1$	$V_p(\%)=1.5$	$V_p(\%)=2$	$V_p(\%)=1$	$V_p(\%)=1.5$	$V_p(\%)=2$
Galleria	0.011	0.016	0.021	0.009	0.013	0.017

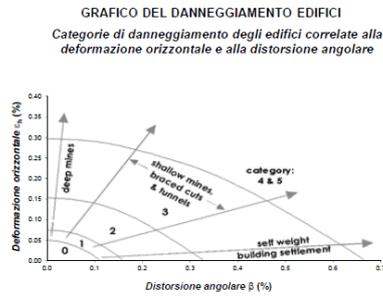


Nota: qualora il cedimento massimo atteso sull'edificio risulti inferiore a 1 cm, si ritiene che gli effetti indotti dallo scavo della galleria siano trascurabili e non si eseguono ulteriori valutazioni.

Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di Input	K=0.4						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}										
Galleria	0.010	0.011	0.016	0.016	0.021	0.016	-	-	0.013	0.013	0.017	0.017

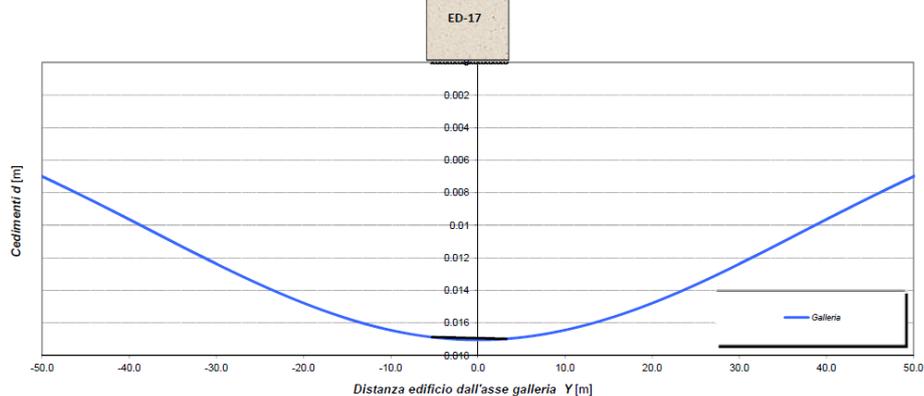
Cedimento verticale massimo (m): 0.021 (K=0.4 $V_p(\%)=2$)

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.4	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.
Galleria	0.001	0	0.002	0	0.003	0
K=0.5	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.
Galleria	0.001	0	0.001	0	0.001	0
Deformazioni orizzontali ≠ 0						
K=0.4	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.
Galleria	0.004	0	0.006	0	0.009	0
K=0.5	$V_p(\%) = 1.0$		$V_p(\%) = 1.5$		$V_p(\%) = 2.0$	
	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.	ϵ_{max}	Categ.
Galleria	0.003	0	0.005	0	0.007	0



Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO
(K=0.40 $V_p(\%)=2$)



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

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3V 40D07 CL GN 00 00 001 A 40 di 41

EDIFICIO n. ED18				
Informazioni Edificio				
Destinazione d'uso	Tipo di struttura			
Edificio civile abitazione	muratura			
Altezza (m)	Lunghezza (m)			
6	33			
Informazioni Tracciato				
Galleria monocabina				
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	75.00			
Interasse canne (m)	0			
Distanza estremi edificio - asse galleria (m)	Galleria monocabina			
	Y _{sx}	Y _{dx}		
	-4.20	4.50		
Cedimento Verticale Massimo del terreno d_{max} (m)				
Dati di input	K=0.4		K=0.5	
	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=2	V _p (%)=2
Galleria	0.011	0.016	0.021	0.017

LEGENDA:

Y_{sx} = estremo sinistro
Y_{dx} = estremo destro
ε_{max} = deformazione massima
K = coefficiente di flessione
V_p = volume perso in superficie



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

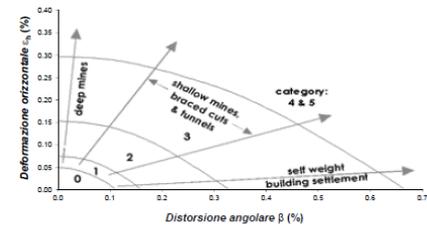
Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di Input	K=0.4						K=0.5					
	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	Y _{sx}	Y _{dx}										
Galleria	0.011	0.011	0.016	0.016	0.021	0.016	-	-	0.013	0.013	0.017	0.017

Cedimento verticale massimo (m): 0.021 (K=0.4 V_p(%)=2)

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.4	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.002	0	0.003	0	0.004	0
K=0.5	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
	Galleria	0.001	0	0.001	0	0.002

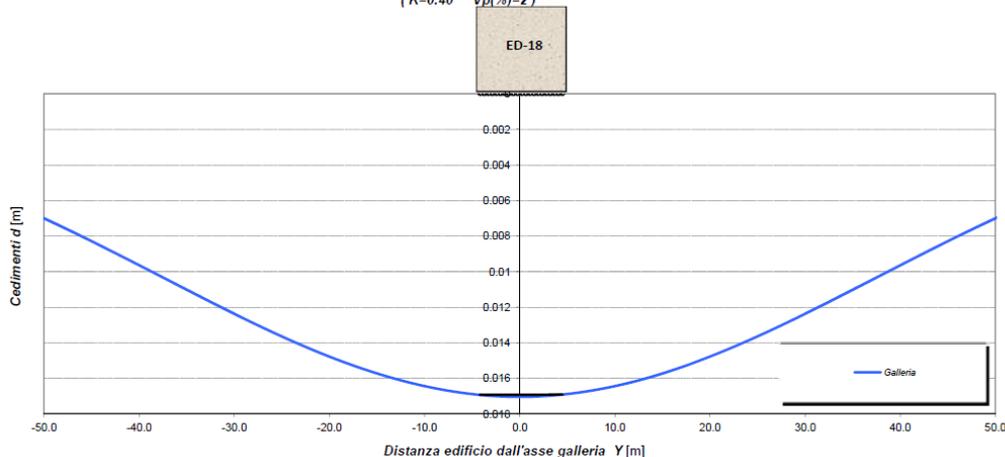
Deformazioni orizzontali ≠ 0						
K=0.4	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.004	0	0.006	0	0.009	0
K=0.5	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
	Galleria	0.003	0	0.005	0	0.007

GRAFICO DEL DANNEGGIAMENTO EDIFICI
Categorie di danneggiamento degli edifici correlate alla deformazione orizzontale e alla distorsione angolare



Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO
(K=0.40 V_p(%)=2)



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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40D07	CL	GN 00 00 001	A	41 di 41

EDIFICIO n. ED19			
Informazioni Edificio			
Destinazione d'uso	Tipo di struttura		
Edificio civile abitazione	muratura		
Altezza (m)	Lunghezza (m)		
6	17		
Informazioni Tracciato			
Galleria monocanna			
Distanza asse galleria - fondazione edificio (m)	75.00		
Interasse canne (m)	0		
Distanza estremi edificio - asse galleria (m)			
	Galleria monocanna		
	Y _{sx}	Y _{dx}	
	-1.00	6.20	

LEGENDA:

Y_{sx} = estremo sinistro
Y_{dx} = estremo destro
ε_{max} = deformazione massima
K = coefficiente di flessione
V_p = volume perso in superficie



Cedimento Verticale Massimo del terreno d _{max} (m)						
Dati di input	K=0.4			K=0.5		
	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=2	V _p (%)=1	V _p (%)=1.5	V _p (%)=2
Galleria	0.011	0.016	0.021	0.009	0.013	0.017

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

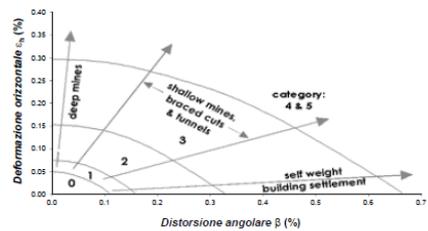
Cedimenti Verticali agli estremi del fabbricato (m)												
Dati di Input	K=0.4						K=0.5					
	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0		V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	Y _{sx}	Y _{dx}										
Galleria	0.011	0.010	0.016	0.016	0.021	0.016	-	-	0.013	0.013	0.017	0.017

Cedimento verticale massimo (m): 0.021 (K=0.4 V_p(%)=2)

CATEGORIE DI DANNO - DEFORMAZIONI (%)						
Deformazioni orizzontali = 0						
K=0.4	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.001	0	0.002	0	0.003	0
K=0.5	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.001	0	0.001	0	0.001	0

Deformazioni orizzontali ≠ 0						
K=0.4	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.004	0	0.006	0	0.008	0
K=0.5	V _p (%) = 1.0		V _p (%) = 1.5		V _p (%) = 2.0	
	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.	ε _{max}	Categ.
Galleria	0.003	0	0.005	0	0.007	0

GRAFICO DEL DANNEGGIAMENTO EDIFICI
Categorie di danneggiamento degli edifici correlate alla deformazione orizzontale e alla distorsione angolare



Categoria di danneggiamento edificio = 0

ANDAMENTO DEI CEDIMENTI IN CORRISPONDENZA DELL'EDIFICIO
(K=0.40 V_p(%)=2)

