

**ING. ANDREA MANENTE**

**SICUREZZA E INGEGNERIA**

Via Nicola Palma, 12 - 64100 TERAMO

Tel. e Fax 0861 24 26 45

Mob. 349/3974918

Email: andrea\_manente@hotmail.com

C.F. MNN NDR 73P18 L103T - P.I. 01466610670

**COMUNE DI TERAMO**

**Provincia di Teramo**

**Progetto STRUTTURALE**

**INTERVENTI DI RIPARAZIONE E CONSOLIDAMENTO FINALIZZATI AL RIPRISTINO  
DELL'AGIBILITÀ DEL CIMITERO FRAZIONALE DI FORCELLA CLASSIFICATO DALLE  
SCHEDE AeDES CON ESITO "B" A SEGUITO DEGLI EVENTI SISMICI DEL  
24.08.2016 E SEGUENTI**

**COMMITTENTE:**

**TE.AM. Teramo Ambiente S.p.A.**

**GIUGNO 2017**

**PROGETTISTA E D.L.    ING. ANDREA MANENTE**

**RELAZIONE SINTETICA DEL  
PROGETTO STRUTTURALE**

**ELAB. 13**

**10 FACCIATE**

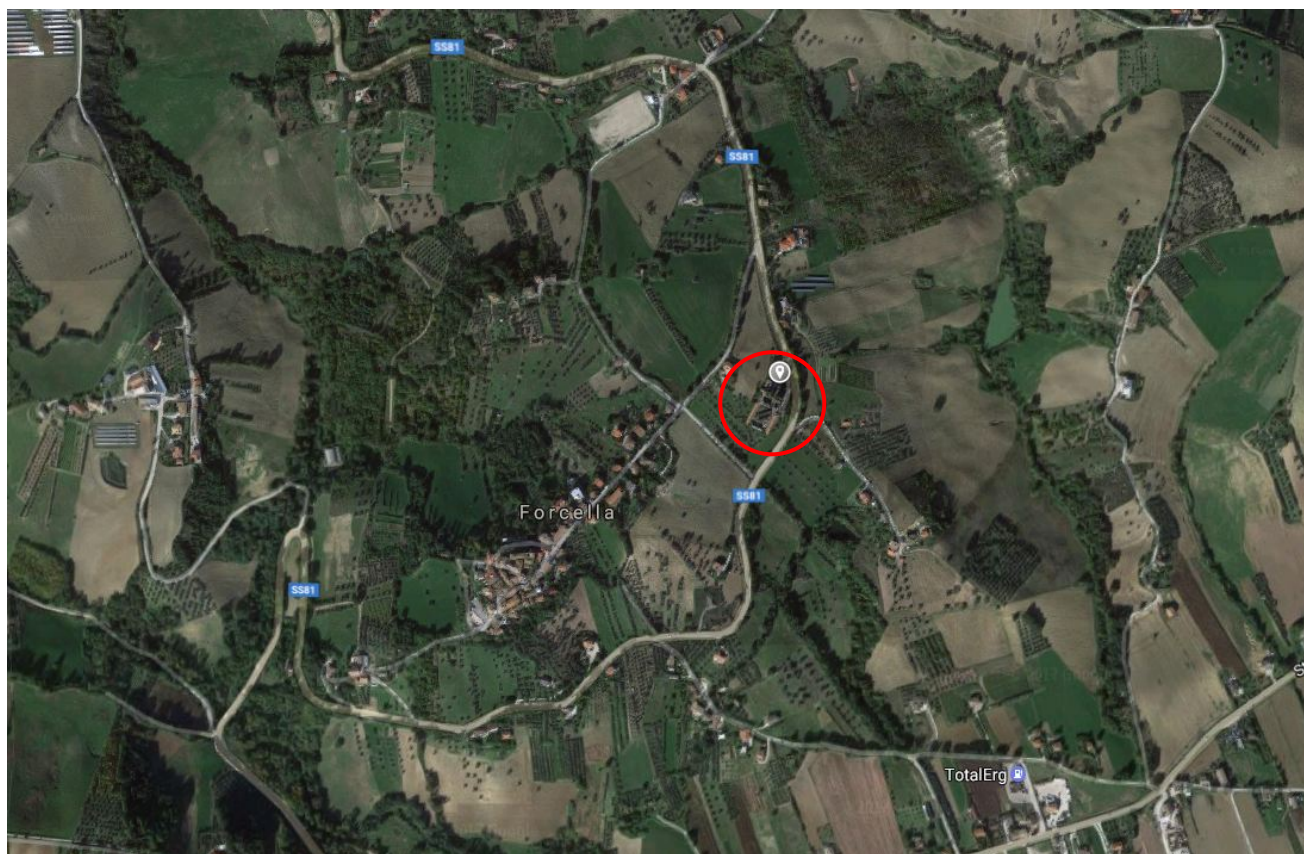
## RELAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO STRUTTURALE

(Regolamento n. 3/2015, art. 3, comma 2.c)

**a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del sito oggetto di intervento e con l'indicazione, per entrambe le tematiche, di eventuali problematiche riscontrate e delle soluzioni ipotizzate, tenuto conto anche delle indicazioni degli strumenti di pianificazione territoriale, urbanistica e di bacino**

Oggetto del presente deposito sono gli *"INTERVENTI DI RIPARAZIONE E CONSOLIDAMENTO FINALIZZATI AL RIPRISTINO DELL'AGIBILITÀ DEL CIMITERO FRAZIONALE DI FORCELLA CLASSIFICATO DALLE SCHEDE AeDES CON ESITO "B" A SEGUITO DEGLI EVENTI SISMICI DEL 24.08.2016 E SEGUENTI"*.

L'area in oggetto è ubicata nel comune di Teramo, in particolare nella frazione di Forcella, ad una quota di circa 250 metri sopra il livello del mare.



Si inserisce nella parte mediana di un versante esposto a sud-est e degradante verso la sottostante pianura alluvionale del F. Vomano con una pendenza media di 10°.

Dalla Carta Geomorfológica del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI - foglio 339 O), nell'area cimiteriale in oggetto non è segnalata la presenza di frane che la interessino direttamente.

Tuttavia, è indicato un esteso fenomeno gravitativo di soliflusso attivo lungo il versante a est del cimitero, ad una distanza planimetrica minima di circa 120 m dallo stesso e a partire da una quota altimetricamente inferiore di almeno 25 m.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area esaminata non presenta particolari indizi di fenomeni gravitativi e/o erosivi in atto, ad eccezione delle aree a più elevata pendenza e caratterizzate da maggiori spessori di coltre colluviale, nonché dotate delle caratteristiche geotecniche peggiori.

**b) Descrizione generale della struttura, sia in elevazione che in fondazione, e della tipologia di intervento, con indicazione delle destinazioni d'uso previste per la costruzione, dettagliate per ogni livello entro e fuori terra, e dei vincoli imposti dal progetto architettonico;**

Il muro di cinta e il portale d'ingresso del cimitero frazionale di Forcella, benché classificati con esito B nella scheda AeDES compilata dai tecnici della Protezione Civile, presentano un quadro fessurativo piuttosto complesso.

Tale complessità non è tanto legata all'ampiezza delle lesioni o alla loro diffusione quanto all'innescio di meccanismi di natura puramente strutturale che stanno interessando questi elementi.

#### 1. Muro di cinta

Il muro di cinta del cimitero di Forcella insiste su un terreno morfologicamente a forte pendio.

Dall'analisi delle lesioni rinvenibili sulla facciata del muro in mattoni pieni (fronte strada e lato perpendicolare), si nota come esse presentino la caratteristica forma diagonale, seguendo la linea di minore resistenza, a 45°, indice di una distribuzione di spostamenti (attualmente in atto) che sta portando il muro verso valle.

E' infatti da ritenere assolutamente plausibile che il sisma abbia generato deformazioni verticali del terreno sottostante tali da indurre ad un cedimento fondale del muro di cinta, compatibile con il quadro fessurativo presente e poc'anzi descritto.

La geometria costruttiva (angolo smussato) e l'assenza di giunti tra il muro e i padiglioni/loculari del cimitero hanno aggravato ulteriormente la situazione.

#### 2. Portale d'ingresso

La lesione presente sul portale d'ingresso del cimitero di Forcella è una lesione passante, dello spessore di 1 cm circa, che interessa la chiave dell'arco, dall'intradosso fino all'estradosso.

Da un'attenta analisi visiva, si nota che tale lesione divide l'arco in due parti simmetriche, quasi totalmente scollegate tra loro, tenute unite dalla sola parte terminale costituita da una copertina in cemento.

Senza quest'ultima, l'arco sarebbe ad oggi crollato.

Gli interventi strutturali necessari sono essenzialmente due:

- 1 - ringrosso delle fondazioni con inserimento di pali per il muro di cinta;
- 2 - inserimento di tirante per il portale d'ingresso.

Entrambi i casi sono classificabili, ai sensi del punto 8.4.3. del D.M. 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni e relativa circolare, in INTERVENTO LOCALE.

**c) normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati, tra cui le eventuali prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale, urbanistica e di bacino;**

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge 05/11/1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Legge 02/02/1974, n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- Istruzioni CNR 10024/86 – Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;
- D.P.R. 06/06/2001, n. 380 – Testo unico per l'edilizia;
- D.M. 14/01/2008 - Norme Tecniche sulle Costruzioni (nel seguito anche "NTC");
- Circolare 02/02/2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

**d) definizione dei parametri di progetto che concorrono alla definizione dell'azione sismica di base del sito (vita nominale - VN, classe d'uso, periodo di riferimento - VR, categoria del sottosuolo, categoria topografica, amplificazione topografica, zona sismica del sito, coordinate geografiche del sito), delle azioni considerate sulla costruzione e degli eventuali scenari di azioni eccezionali;**

- $V_n > 75$  anni
- Classe d'uso III - Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti (§ C2.4.3 NTC2008)
- zona sismica: 2
- coordinate del sito: 42,625548 | 13,773216

Le azioni a cui una struttura esistente e/o nuova è soggetta, sono essenzialmente le azioni gravitazionali permanenti e variabili trasmesse dagli impalcati, il peso proprio delle strutture e l'azione sismica.

Per la tipologia costruttiva in esame e per la tipologia di interventi strutturali da eseguire, risulta plausibile trascurare l'azione del vento.

**e) descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale, dei requisiti di resistenza meccanica e di durabilità considerate;**

Materiali considerati:

▪ CALCESTRUZZO ARMATO

Tipologia strutturale:	Fondazioni
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	C25/30
Condizioni ambientali:	Strutture completamente interrato in terreno permeabile.
Classe di esposizione:	XC2
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S3 (Plastica)
Diametro massimo aggregati:	16 mm

▪ ACCIAIO PER C.A.

tipo B450C (acciaio ad aderenza migliorata), sia per l'armatura longitudinale a flessione che per quella trasversale a taglio o di ripartizione.

- ACCIAIO (PER TIRANTI) IN BARRE  
con designazione alfanumerica S235JR  
S = acciai per impiego strutturale;  
235 = carico unitario di snervamento in N/mm<sup>2</sup>;  
JR = valore resilienza acciaio.

**f) illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione: classe di duttilità CD, regolarità in pianta ed in alzato, tipologia strutturale, fattore di struttura q e relativa giustificazione, stati limite indagati, giunti di separazione fra strutture contigue, criteri per la valutazione degli elementi non strutturali e degli impianti, requisiti delle fondazioni e collegamenti tra fondazioni, vincolamenti interni e/o esterni, schemi statici adottati;**

Gli interventi strutturali oggetto di deposito sono due:

- 1 - ringrosso delle fondazioni con inserimento di micropali per il muro di cinta;
- 2 - inserimento di tirante per il portale d'ingresso.

Entrambi gli interventi si configurano, ai sensi del punto 8.4.3. del D.M. 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni e relativa circolare, in INTERVENTO LOCALE.

#### 1- RINGROSSO DELLE FONDAZIONI CON INSERIMENTO DI MICROPALI

Il calcolo del ringrosso del sistema fondale viene eseguito tenendo in considerazione tutte le verifiche necessarie per la sovrastruttura in esame, previo l'inserimento di una trave di fondazione di dimensione 80 x 80 cm la quale viene realizzata in testa ad una serie di micropali del diametro di 20 cm., posti ad un interasse di 1.50 m.

#### 2 - INSERIMENTO DI TIRANTE PER IL PORTALE D'INGRESSO

Il dimensionamento del tirante viene eseguito a sforzo normale semplice di trazione, tramite metodo di Navier.

**g) indicazione delle principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati: coefficienti parziali per le azioni, coefficienti di combinazione;**

Descrizione combinazioni di carico

#### *Simbologia adottata*

$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\psi$	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso proprio	1,30	1.00	1,30
Spinta terreno	1,30	1.00	1,30

Combinazione n° 2 STAB

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 5 STAB - Sisma Vert. positivo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 6 STAB - Sisma Vert. negativo

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 7 SLE (Quasi Permanente)

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 8 SLE (Frequente)

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

Combinazione n° 9 SLE (Rara)

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

**h) indicazione motivata del metodo di analisi seguito per l'esecuzione della stessa: analisi lineare o non lineare (precisazione del fattore  $\gamma$  P . d/V . h), analisi statica o dinamica (periodo  $T_1 < 2.5T_C$  o  $T_D$ , regolarità in altezza). Nel dettaglio deve essere esplicitato se trattasi di:**

- analisi lineare statica;
- analisi lineare dinamica (numero di modi considerati e relative masse partecipanti);
- analisi non lineare statica (distribuzioni di carico adottate e rapporti di sovra resistenza  $\bullet u/\bullet 1$ );
- analisi non lineare dinamica (accelerogrammi adottati);
- altro.

## 1 - RINGROSSO DELLE FONDAZIONI CON INSERIMENTO DI MICROPALI PER IL MURO DI CINTA

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g$	0.18 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\gamma_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \gamma_m * St * S) = 2.21$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 1.11$

#### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g$	0.00 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\gamma_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \gamma_m * St * S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	15,00 [m]

Peso muro	4637,50 [kg]
Baricentro del muro	X=-0,34 Y=-2,59

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0,00	Y = -4,05
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00	Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta	4,05	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00	[°]

#### COMBINAZIONE n° 1

Valore della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	0,00	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	0,00	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,00	[m]	Y = -2,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	45,55	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	0,00	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4637,50	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4637,50	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	0,00	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,21	[m]
Risultante in fondazione	4637,50	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	0,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-975,00	[kgm]

#### 2 - INSERIMENTO DI TIRANTE PER IL PORTALE D'INGRESSO

E' stata eseguita un'analisi per carichi verticali agli SLU.

#### i) criteri di verifica agli stati limite indagati, in presenza di azione sismica:

- stati limite ultimi, in termini di resistenza, di duttilità e di capacità di deformazione;
- stati limite di esercizio, in termini di resistenza e di contenimento del danno agli elementi non strutturali;

#### 1 - RINGROSSO DELLE FONDAZIONI CON INSERIMENTO DI MICROPALI PER IL MURO DI CINTA

##### Verifiche Stato Limite Ultimo

Per i muri di sostegno sono effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- Ribaltamento (SLU di equilibrio di corpo rigido)
- Scorrimento sul piano di posa (SLU di tipo geotecnico)
- Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno (SLU di tipo geotecnico)
- Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno (SLU di tipo geotecnico)
- Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali (SLU di tipo strutturale).



#### Verifiche Stato Limite D'esercizio

Secondo le NTC (calcolo agli stati limite), nelle condizioni di esercizio (combinazioni di carico di esercizio, di tipo "quasi permanente"), gli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza e funzionalità dei manufatti adiacenti, anche a seguito di modifiche indotte sul regime delle acque sotterranee.

Si tratta quindi di verificare uno stato limite degli spostamenti ovvero una situazione di comportamento dell'opera in cui, pur non avendosi il collasso, interviene comunque la perdita o la riduzione di funzionalità della struttura per eccesso di spostamento.

Nei calcoli agli SLE, i valori delle proprietà meccaniche da adoperarsi sono quelli caratteristici (i coeff. parziali  $\gamma_M$  sulle resistenze dei materiali si assumono unitari) e i coefficienti parziali sulle azioni  $\gamma_F$  sono unitari.

#### 2 - INSERIMENTO DI TIRANTE PER IL PORTALE D'INGRESSO

La verifica dell'arco è stata risolta mediante il metodo di Navier e Méry: in particolare, si tratta di rendere l'arco isostatico imponendo delle cerniere plastiche nelle zone maggiormente sollecitate a flessione (quindi, secondo il modello di Mascheroni, in chiave e alle reni dell'arco); una volta effettuato, si prende in considerazione solo la parte fra le reni dell'arco, e per un discorso di simmetria si studia solamente metà di questo arco.

A questo punto si suddivide la parte in oggetto in 6-10 conci e si procede in questo modo:

- Calcolo per ogni concio la risultante verticale, derivante dal peso proprio del concio e i carichi verticali sovrastanti
- Si costruisce il poligono funicolare e si calcola la risultante R e la sua retta d'applicazione;
- Si impone una situazione ideale dove la risultante H in chiave passi per il terzo medio superiore e la risultante S passi per il terzo medio inferiore alle reni;
- Si impone che le rette d'azione di H ed S si intersechino in un punto O, appartenente alla retta d'azione di R;
- Dal poligono funicolare, conoscendo H ed S, si costruisce la curva delle pressioni;
- Si riporta la curva delle pressioni sull'arco in oggetto: se tale curva è sempre contenuta entro il terzo medio di tutti i conci, l'arco è stabile.

**j) rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative, così come emergenti dai risultati dell'analisi, sintesi delle verifiche di sicurezza, e giudizio motivato di accettabilità dei risultati;**

#### 1 - RINGROSSO DELLE FONDAZIONI CON INSERIMENTO DI PALI PER IL MURO DI CINTA

Le verifiche effettuate, sia di tipo geotecnico che strutturale, sotto le combinazioni di carico agli stati limite ultimi e agli stati limite di esercizio, confermano il pre-dimensionamento effettuato e pertanto le opere di sostegno progettate rispondono ai requisiti di sicurezza e funzionalità prescritti dalla normativa vigente.

#### 2 - INSERIMENTO DI TIRANTE PER IL PORTALE D'INGRESSO

L'arco allo stato attuale non risulta verificato in quanto la poligonale delle pressioni non è tutta contenuta entro il terzo medio dell'arco, quindi non tutte le sezioni dell'arco sono soggette unicamente a tensioni di compressione.

Nella relazione di calcolo, oltre al metodo grafico, è presente la risoluzione analitica con il calcolo della spinta e il dimensionamento del tirante.

**k) caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo;**

**1 - RINGROSSO DELLE FONDAZIONI CON INSERIMENTO DI MICROPALI PER IL MURO DI CINTA**

Il progetto delle opere di sostegno di cui alla presente relazione è stato effettuato mediante l'utilizzo del software *AZTEC Informatica MAX 10.0*. Il software, è corredato di esempi di validazione del codice di calcolo, con controlli e riscontri con soluzioni note e con risultati ottenuti con procedimenti indipendenti. Sono altresì presenti esempi di soluzione per problemi campione, estesi a situazioni differenti per tipo di carico, di vincolo, di elementi strutturali.

**2 - INSERIMENTO DI TIRANTE PER IL PORTALE D'INGRESSO**

Data la semplicità del calcolo in oggetto non si sono utilizzati calcolatori o software.

**m) indicazione della categoria di intervento previsto e motivazione della scelta adottata;**

Gli interventi si configurano come INTERVENTO LOCALE (§ 8.4.3 NTC 08).

La norma infatti, cita:

*"§8.4.3 RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE*

*Rientrano in questa tipologia tutti gli interventi di **riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali** (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari) o parti di essi, non adeguati alla funzione strutturale che debbono svolgere, a condizione che **l'intervento non cambi significativamente il comportamento globale della struttura**, soprattutto ai fini della resistenza alle azioni sismiche, a causa di una variazione non trascurabile di rigidezza o di peso. Può rientrare in questa categoria anche la sostituzione di coperture e solai, solo a condizione che ciò non comporti una variazione significativa di rigidezza nel proprio piano, importante ai fini della redistribuzione di forze orizzontali, né un aumento dei carichi verticali statici.*

***Interventi di ripristino o rinforzo delle connessioni tra elementi strutturali diversi (ad esempio tra pareti murarie, tra pareti e travi o solai, anche attraverso l'introduzione di catene/tiranti)** ricadono in questa categoria, in quanto comunque migliorano anche il comportamento globale della struttura, particolarmente rispetto alle azioni sismiche. Infine, interventi di variazione della configurazione di un elemento strutturale, attraverso la sua sostituzione o un rafforzamento localizzato (ad esempio l'apertura di un vano in una parete muraria, accompagnata da opportuni rinforzi) possono rientrare in questa categoria solo a condizione che si dimostri che la rigidezza dell'elemento variato non cambi significativamente e che la resistenza e la capacità di deformazione, anche in campo plastico, non peggiorino ai fini del comportamento rispetto alle azioni orizzontali".*

**n) descrizione della struttura esistente nel suo insieme, delle eventuali interazioni con altre unità strutturali e delle modalità con cui di ciò si è tenuto conto, dei principali interventi realizzati nel tempo, nonché sintesi delle vulnerabilità riscontrate, derivanti dal rilievo strutturale;**

**1. Muro di cinta**

Il muro di cinta del cimitero di Forcella insiste su un terreno morfologicamente a forte pendio.

Dall'analisi delle lesioni rinvenibili sulla facciata del muro in mattoni pieni (fronte strada e lato perpendicolare), si nota come esse presentino la caratteristica forma diagonale, seguendo la linea di

minore resistenza, a 45°, indice di una distribuzione di spostamenti (attualmente in atto) che sta portando il muro verso valle.

E' infatti da ritenere assolutamente plausibile che il sisma abbia generato deformazioni verticali del terreno sottostante tali da indurre ad un cedimento fondale del muro di cinta, compatibile con il quadro fessurativo presente e poc'anzi descritto.

La geometria costruttiva (angolo smussato) e l'assenza di giunti tra il muro e i padiglioni/loculari del cimitero hanno aggravato ulteriormente la situazione.

## 2. Portale d'ingresso

La lesione presente sul portale d'ingresso del cimitero di Forcella è una lesione passante, dello spessore di 1 cm circa, che interessa la chiave dell'arco, dall'intradosso fino all'estradosso.

Da un'attenta analisi visiva, si nota che tale lesione divide l'arco in due parti simmetriche, quasi totalmente scollegate tra loro, tenute unite dalla sola parte terminale costituita da una copertina in cemento.

Senza quest'ultima, l'arco sarebbe ad oggi crollato.

IL PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI

*Ing. Andrea Manente*