

Spett.
CITTÁ DI TORINO
Vice Direzione Generale Servizi Tecnici
Divisione Servizi Tecnici per l'Edilizia Abitativa, per le Grandi
Opere Edilizie e del Verde Pubblico
Settore Grandi Opere del Verde Pubblico
via Padova, 29
10152 TORINO

Torino, 12 febbraio 2009

VALUTAZIONE STATICA E DINAMICA DI STABILITÀ RIFERITA A STRUTTURE INDUSTRIALI RESIDUALI DA CONSERVARE IN AREA SPINA 4

RELAZIONE DI INDAGINE CONOSCITIVA



Con la presente relazione si riportano le valutazioni di indagine conoscitiva e le valutazioni di calcolo relative alla stabilità delle strutture in oggetto, costituite da porzioni delle murature di recinzione perimetrale, dalla porzione della struttura portante in c.a. dell'edificio denominato "Porcheddu" e della struttura portante in c.a. della torre

piezometrica.

CONSIDERAZIONI GENERALI DI VERIFICA

Gli elementi oggetto di indagine vengono nel seguito sottoposti a verifiche strutturali basate sui materiali da costruzione utilizzati,

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|---|---------|---------|---------|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Zona | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distanza dalla costa | 100.000 | [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quota sul mare | 250 | [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classe di rugosità terreno | A | [vedi tabella classi di rugosità] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altezza massima dell'edificio [z] | 20 | [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altezza della collina su cui sorge l'edificio | 0 | [0 se in pianura] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distanza corrispondente al dislivello | 0 | [0 se in pianura] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Posizione sul versante | a | [a: in cresta; b: sull'altopiano; c: sul pendio] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distanza dal bordo dell'altopiano | 0 | [se posizione "b"] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Quota della fondazione dalla base | 0 | [se posizione "c"] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| v _{b,0} | 25 | [m/s] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a ₀ | 1000 | [m] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| k _a | 0.01 | [1/s] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| v _b | 25 | [m/s] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| q _b | 391 | [N/mq] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Categoria | 5 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | |
| k _r | 0.23 | | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| z ₀ | 0.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| z _{min} | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| c _t | 1.00 | β γ | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | | | | | | | | | | | | | | |
| c _e | 1.84 | | 1,4794 | 1,8359 | | | | | | | | | | | | | | | |
| c _p | 1.20 | coefficiente di forma (vento in pressione e in depressione) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| c _d | 1.00 | coefficiente dinamico | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| p | 861 | [N/mq] | | | | | | | | | | | | | | | | | |

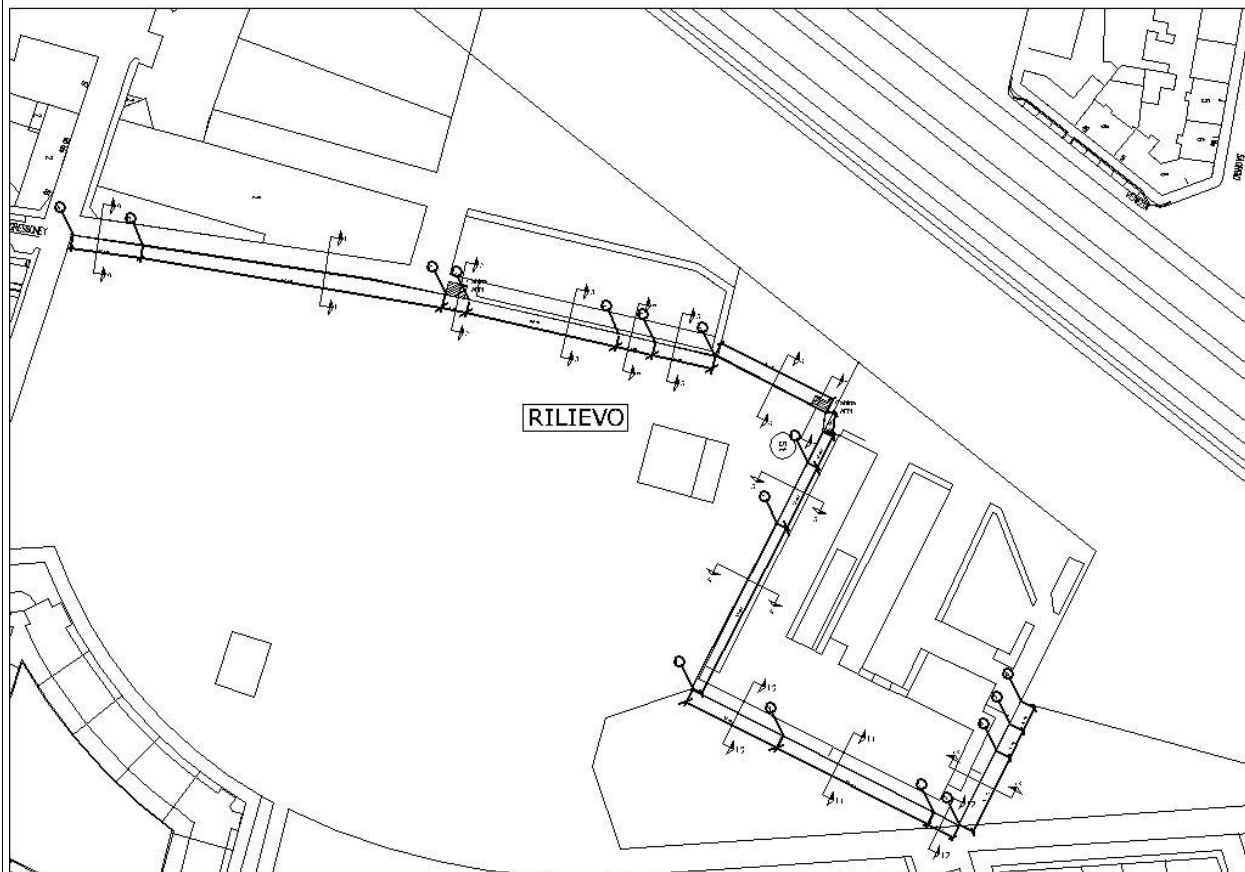
| VALUTAZIONE DEL SOVRACCARICO DA NEVE | | | |
|--------------------------------------|------|----|------|
| Zona | I | | |
| altezza | 250 | | |
| a1 | 0 | a2 | 0 |
| m1 | 0,80 | | 0,80 |
| m2 | 0,80 | | 0,80 |
| m3 | 0,80 | | 0,80 |
| m'1 | 0,80 | | 0,80 |
| q _{sk} | 1,75 | | |
| q ₁ | 1,40 | | 1,40 |
| q ₂ | 1,40 | | 1,40 |
| q ₃ | 1,40 | | 1,40 |
| q'1 | 1,40 | | 1,40 |

sottoposti alle azioni del peso proprio e al quelle derivanti dalla spinta del vento e dai sovraccarichi accidentali meteorici, come previsto dalla normativa vigente.

Le azioni del vento sono valutate tenuto conto dello spazio aperto derivante dalla demolizione di gran parte degli edifici industriali preesistenti per la formazione del nuovo parco ($p = 0,86 \text{ KN/m}^2$). Le azioni meteoriche sono valutate tenuto conto della neve di progetto per l'area di Torino e per elementi strutturali orizzontali ($q_1 = 1,40 \text{ KN/m}^2$).

MURATURE PERIMETRALI

Le murature perimetrali da conservare corrispondono alla perimetrazione di confine verso l'area Doks Dora, come indicato in planimetria lungo il percorso definito dai tratti A-B-C-D-E-F-G-H-I-L-M-N-O-P-Q-R.



Ciascuno di tali tratti risulta caratterizzato da conformazioni statiche differenti e viene quindi analizzato separatamente.

MURATURE TRATTI A-B-C

La porzione di muratura relativa al tratto A-B-C risulta di tipologia omogenea, caratterizzata da muratura in mattoni pieni con colonne di irrigidimento verticali.

L'altezza massima della muratura risulta pari a circa 5,50 metri, con emergenza delle sole colonne di irrigidimento di ulteriori 0,20 m.

La muratura risulta realizzata con spessore minimo pari a circa 40 cm (3 teste) ed inspessimento inferiore, superiore e delle colonne ad uno spessore pari a circa 60 cm (5 teste) con ulteriore inspessimento della base di fondazione fino ad uno spessore pari a circa 100 cm (8 teste). Le colonne di irrigidimento risultano posizionate ad interasse di circa 4,00 m.

Il peso di un elementi di muratura compreso fra due colonne di irrigidimento risulta pertanto:

$$P = (4,00 \times 1,00 \times 0,50 + 3,60 \times 0,60 \times 0,30 + 3,60 \times 4,40 \times 0,40 + 3,60 \times 0,60 \times 0,30 + 0,60 \times 0,60 \times 5,00) \times 1.400 = 16.005 \text{ daN}$$

Il corrispondente momento stabilizzante rispetto al bordo della fondazione risulta:

$$M_S = 166,05 \times (1,00 / 2) = 83,03 \text{ KNm}$$

Il momento ribaltante dovuto alla spinta del vento risulta:

$$M_R = (4,00 \times 0,86) \times 5,50^2 / 2 = 52,03 \text{ KNm}$$

Da cui il coefficiente di sicurezza al ribaltamento:

$$\eta = 83,03 / 52,03 = 1,60$$

La tensione massima di compressione in fondazione risulta pari a:

$$\sigma = 16.005 / (400 \times 100) \pm 520.300 / (400 \times 100^2 / 6) = 0,40 \pm 0,78, \text{ con conseguente parzializzazione della sezione, da cui:}$$

$$e = 520.300 / 16.005 = 32,51 \text{ cm}$$

$$\text{dimensione utile della fondazione} = 3 \times (100 / 2 - 32,51) = 52,47 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\max} = 2 \times 16.005 / (400 \times 52,47) = 1,53 \text{ daN/cm}^2$$

La tensione massima di compressione sul terreno di fondazione e il coefficiente di sicurezza al ribaltamento risultano contenuti entro valori idonei a garantire la stabilità della muratura,



che pertanto può essere conservata con la geometria esistente e come dimostrato dall'assenza di lesioni.

MURATURE TRATTI C-D-E-F

La porzione di muratura relativa al tratto C-D-E-F risulta di tipologia omogenea, caratterizzata da muratura in mattoni pieni con lesene verticali di spessore trascurabile ai fini statici.

L'altezza massima della muratura risulta pari a circa 5,00 metri, con emergenza delle sole lesene di ulteriori 0,20 m.

La muratura risulta realizzata con spessore costante pari a circa 50 cm (4 teste) per tutto il suo sviluppo. Le lesene di modesto spessore non possono svolgere una funzione strutturale apprezzabile.

Il peso di un elemento unitario di muratura risulta pertanto:

$$P = (1,00 \times 5,00 \times 0,50) \times 1.400 = 3.500 \text{ daN}$$

Il corrispondente momento stabilizzante rispetto al bordo della base risulta:

$$M_S = 35,00 \times (0,50 / 2) = 8,75 \text{ KNm}$$

Il momento ribaltante dovuto alla spinta del vento risulta:

$$M_R = (1,00 \times 0,86) \times 5,00^2 / 2 = 10,75 \text{ KNm}$$

Da cui il coefficiente di sicurezza al ribaltamento:

$$\eta = 8,75 / 10,75 = 0,81$$

La muratura in questo tratto deve pertanto essere ridotta in altezza in modo da garantire una sufficiente sicurezza nei confronti del ribaltamento.

Con una riduzione dell'altezza di circa 2 metri, portando quindi l'altezza a circa 3 metri in modo analogo al successivo tratto di muro F-G-H-I, risulta:

Peso di un elemento unitario di muratura risulta pertanto:

$$P = (1,00 \times 3,00 \times 0,50) \times 1.400 = 2.100 \text{ daN}$$

Il corrispondente momento stabilizzante rispetto al bordo della base risulta:

$$M_S = 21,00 \times (0,50 / 2) = 5,25 \text{ KNm}$$

Il momento ribaltante dovuto alla spinta del vento risulta:

$$M_R = (1,00 \times 0,86) \times 3,00^2 / 2 = 3,87 \text{ KNm}$$

Da cui il coefficiente di sicurezza al ribaltamento:

$$\eta = 5,25 / 3,87 = 1,36$$

Tenuto conto della modesta dimensione della fondazione rilevata, si ritiene opportuno ridurre ulteriormente l'altezza a non più di 2,50 m, con le seguenti considerazioni statiche:

Peso di un elemento unitario di muratura:

$$P = (1,00 \times 2,50 \times 0,50) \times 1.400 = 1.750 \text{ daN}$$

Il corrispondente momento stabilizzante rispetto al bordo della base risulta:

$$M_S = 17,50 \times (0,50 / 2) = 4,38 \text{ KNm}$$

Il momento ribaltante dovuto alla spinta del vento risulta:

$$M_R = (1,00 \times 0,86) \times 2,50^2 / 2 = 2,69 \text{ KNm}$$

Da cui il coefficiente di sicurezza al ribaltamento:

$$\eta = 4,38 / 2,69 = 1,63$$

La tensione massima di compressione in fondazione risulta pari a:

$$\sigma = 1.750 / (100 \times 50) \pm 26.900 / (100 \times 50^2 / 6) = 0,35 \pm 0,65, \text{ con conseguente}$$

parzializzazione della sezione, da cui:

$$e = 26.900 / 1.750 = 15,37 \text{ cm}$$

$$\text{dimensione utile della fondazione} = 3 \times (50 / 2 - 15,37) = 28,89 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\max} = 2 \times 1.750 / (100 \times 28,89) = 1,21 \text{ daN/cm}^2$$

La tensione massima di compressione sul terreno di fondazione e il coefficiente di sicurezza al ribaltamento risultano quindi contenuti entro valori idonei a garantire la stabilità della muratura se ridotta ad un'altezza non superiore a 2,50 m.

MURATURE TRATTI F-G

La porzione di muratura relativa al tratto F-G risulta di tipologia omogenea, caratterizzata da muratura in mattoni pieni con colonne di irrigidimento verticali.

L'altezza massima della muratura risulta pari a circa 2,50 metri.

La muratura risulta realizzata con spessore minimo pari a circa 30 cm (2 teste) ed inspessimento inferiore, superiore e delle colonne ad uno spessore pari a circa 50 cm (4 teste). Le colonne di irrigidimento risultano posizionate ad interasse di circa 2,75 m.

Il peso di un elemento di muratura compreso fra due colonne di irrigidimento risulta pertanto:

$$P = (2,25 \times 0,50 \times 0,90 + 2,25 \times 1,35 \times 0,30 + 2,25 \times 0,50 \times 0,25 + 0,50 \times 0,50 \times 2,50) \times 1.400 = 3.962 \text{ daN}$$

Il corrispondente momento stabilizzante rispetto al bordo della fondazione risulta:

$$M_S = 39,72 \times (0,50 / 2) = 9,93 \text{ KNm}$$

Il momento ribaltante dovuto alla spinta del vento risulta:

$$M_R = (2,75 \times 0,86) \times 2,50^2 / 2 = 7,39 \text{ KNm}$$

Da cui il coefficiente di sicurezza al ribaltamento:

$$\eta = 9,93 / 7,39 = 1,34$$

La tensione massima di compressione in fondazione risulta pari a:

$$\sigma = 3.962 / (275 \times 50) \pm 73.900 / (275 \times 50^2 / 6) = 0,29 \pm 0,64, \text{ con conseguente parzializzazione della sezione, da cui:}$$

$$e = 73.900 / 3.962 = 18,65 \text{ cm}$$

$$\text{dimensione utile della fondazione} = 3 \times (50 / 2 - 18,65) = 19,05 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\max} = 2 \times 3.962 / (275 \times 19,05) = 1,51 \text{ daN/cm}^2$$

La tensione massima di compressione sul terreno di fondazione e il coefficiente di sicurezza al ribaltamento risultano contenuti entro valori idonei a garantire la stabilità della muratura, che pertanto può essere conservata con la geometria esistente e come dimostrato dall'assenza di lesioni.

MURATURE TRATTI G'-H-I

La porzione di muratura relativa al tratto G'-H-I risulta di tipologia omogenea, caratterizzata da muratura in mattoni pieni con colonne di irrigidimento verticali.

L'altezza massima della muratura risulta pari a circa 3,00 metri.

La muratura risulta realizzata con spessore minimo pari a circa 30 cm (2 teste) ed inspessimento inferiore e delle colonne ad uno spessore pari a circa 50 cm (4 teste). Le colonne di irrigidimento risultano posizionate ad interasse di circa 3,50 m.

Il peso di un elementi di muratura compreso fra due colonne di irrigidimento risulta pertanto:

$$P = (3,00 \times 0,50 \times 0,50 + 3,00 \times 2,50 \times 0,30 + 0,50 \times 0,50 \times 3,00) \times 1.400 = 5.250 \text{ daN}$$

Il corrispondente momento stabilizzante rispetto al bordo della fondazione risulta:

$$M_S = 52,50 \times (0,50 / 2) = 13,13 \text{ KNm}$$

Il momento ribaltante dovuto alla spinta del vento risulta:

$$M_R = (3,50 \times 0,86) \times 3,00^2 / 2 = 13,55 \text{ KNm}$$

Da cui il coefficiente di sicurezza al ribaltamento:

$$\eta = 13,13 / 13,55 = 0,97$$

La muratura in questo tratto deve pertanto essere ridotta in altezza in modo da garantire una sufficiente sicurezza nei confronti del ribaltamento.

Con una riduzione dell'altezza di circa 1 metri, portando quindi l'altezza a circa 2 metri risulta:

Peso di un elementi unitario di muratura risulta pertanto:

$$P = (3,00 \times 0,50 \times 0,50 + 3,00 \times 1,50 \times 0,30 + 0,50 \times 0,50 \times 2,00) \times 1.400 = 3.640 \text{ daN}$$

Il corrispondente momento stabilizzante rispetto al bordo della fondazione risulta:

$$M_S = 36,40 \times (0,50 / 2) = 9,10 \text{ KNm}$$

Il momento ribaltante dovuto alla spinta del vento risulta:

$$M_R = (3,50 \times 0,86) \times 2,00^2 / 2 = 6,02 \text{ KNm}$$

Da cui il coefficiente di sicurezza al ribaltamento:

$$\eta = 9,10 / 6,02 = 1,51$$

La tensione massima di compressione in fondazione risulta pari a:

$$\sigma = 3.640 / (350 \times 50) \pm 60.200 / (350 \times 50^2 / 6) = 0,21 \pm 0,41, \text{ con conseguente}$$

parzializzazione della sezione, da cui:

$$e = 60.200 / 3.640 = 16,54 \text{ cm}$$

$$\text{dimensione utile della fondazione} = 3 \times (50 / 2 - 16,54) = 25,38 \text{ cm}$$

$$\sigma_{\max} = 2 \times 3.640 / (350 \times 16,54) = 1,26 \text{ daN/cm}^2$$

La tensione massima di compressione sul terreno di fondazione e il coefficiente di sicurezza al ribaltamento risultano quindi contenuti entro valori idonei a garantire la stabilità della muratura se ridotta ad un'altezza non superiore a 2,00 m.

MURATURE TRATTI I-L-M-N-O-P

La porzione di muratura relativa al tratto I-L-M-N-O-P presenta residui di strutture residuali delle demolizioni degli edifici industriali in cattive condizioni di conservazione e interessate da elementi strutturali tagliati in modo non adatto alla conservazione.

Da quanto rilevabile e documentato dalle fotografie effettuate anche sul lato della proprietà Doks-Dora, La muratura originaria di delimitazione della proprietà appare di tipologia del tutto analoga a quella presente nei tratti già valutati F-G-G' e G'-H-I.

Risulta pertanto necessario procedere alla demolizione delle porzioni residuali dei fabbricati industriali, recuperando quindi le murature di recinzione riportandole alle caratterizzazioni tipiche dei già citati tratti precedenti.



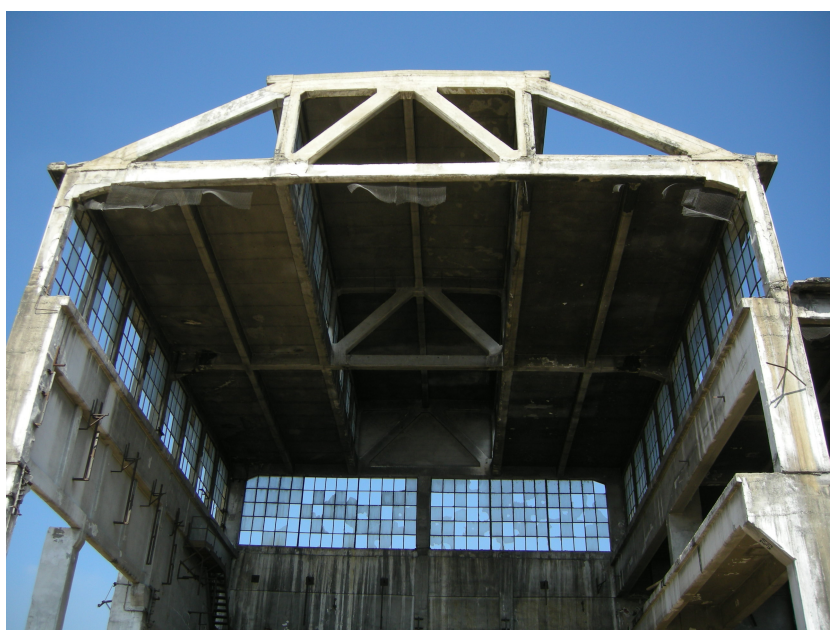
Si rileva una porzione di muratura in cattive condizioni di conservazione nel tratto N-O, per il quale sarà necessario provvedere ad opere di parziale ricostruzione, anche con riutilizzo dei mattoni esistenti.

RESTI FABBRICATO **PORCHEDDU**

Le strutture residuali dell'edificio "Porcheddu" risultano costituite

da una porzione dell'edificio originario comprendente tre capriate dell'edificio e le relative porzioni delle solette di copertura.

Allo stato attuale sono presenti sulla testata e su alcune porzioni laterali alcune murature di tamponamento in muratura che dovranno essere demolite.



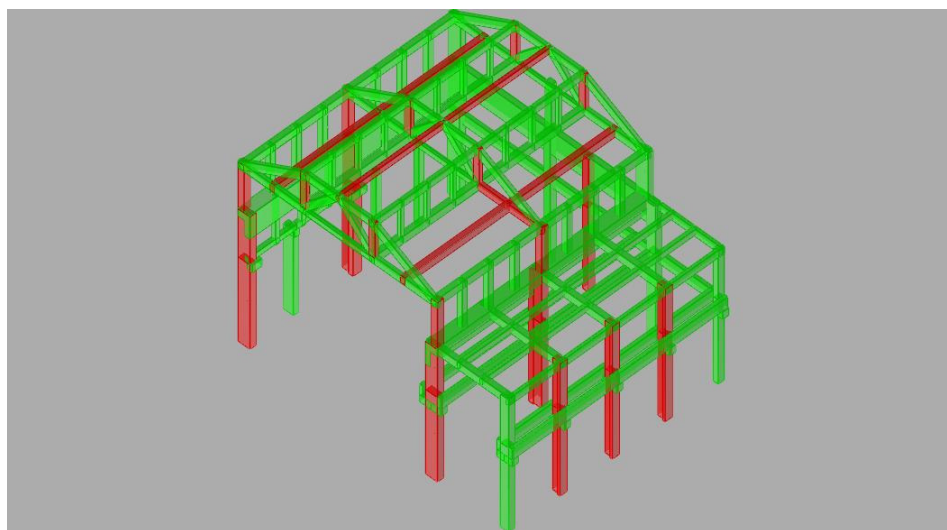
Si è pertanto effettuata una verifica delle strutture in c.a. sulla base delle dimensioni geometriche rilevate, al fine di valutarne l' idoneità ad essere conservate.

La struttura è stata verificata con riferimento alla normativa più recente in vigore, con riferimento a zona sismica di quarta categoria e per un carico in copertura corrispondente alla neve prevista dalla normativa in vigore, oltre ad un carico permanente di 50 daN/m², al fine di valutare quali possano essere le sezioni strutturali maggiormente sottoposte a sollecitazioni, anche di tipo dinamico, nel tempo.

Le elaborazioni numeriche sono riportate in un apposito allegato.

Qui si traggono le considerazioni conclusive e si evidenziano le maggiori fragilità strutturali per le quali potranno essere attuati appositi provvedimenti di miglioramento strutturale per la conservazione.

Si precisa che, in assenza di tavole costruttive e al fine di non compromettere la conservazione delle strutture le valutazioni sono effettuate con armature di tutti gli elementi strutturali



proposte per una nuova progettazione. Sulla base di tali ipotetiche armature sono quindi valutati i coefficienti di sicurezza complessivi, indicativi delle riserve di resistenza disponibili e pertanto utili alla compressione

dell' idoneità alla conservazione.

Dall' esame delle verifiche delle strutture riportate nell' allegata elaborazione numerica, con riferimento agli elementi colorati in rosso nell' immagine precedente, si evidenziano le seguenti indicazioni:

- Le aste relative ai montanti delle tre capriate principali risultano sottoposti a considerevoli sollecitazioni taglienti. Tali sollecitazioni derivano dalla elaborazione numerica effettuata per aste incastrate. Si rileva che anche con formazione di cerniere plastiche la struttura nel suo complesso rimane in condizioni di sicurezza. Nel modello di calcolo non sono state volutamente introdotte cerniere al fine di valutare il comportamento delle strutture. In fase di revisione delle strutture i nodi superiori e

inferiori dei montanti dovranno essere osservati con attenzione, verificando la presenza di micro fessurazioni che dovranno essere protette con materiali idonei ad evitare infiltrazioni all'interno delle strutture in c.a.

- Le aste delle travi intermedie longitudinali delle solette di copertura presentano modeste sovratensioni e formazione di fessurazioni superiori a 0,3 mm. Le solette della copertura sono interessate da notevoli fenomeni di degrado, come evidenziato dalle reti posizionate a protezione dalla caduta di frammenti. Le coperture dovranno pertanto essere risanate mediante ricostruzione delle solette. In tale occasione le travi intermedie potranno essere rinforzate mediante ripristino con elementi integrativi o mediante ricostruzione contestuale alla ricostruzione delle solette.
- Le aste relative ai pilastri principali risultano segnalate in rosso in relazione a modeste carenze di resistenza nei confronti della verifica della "esistenza in vita (SLV)" della struttura. Tali verifiche risultano relative alla protezione antisismica per strutture di importanza vitale. Essendo tali segnalazioni relative a modesti problemi connessi con la resistenza al taglio in corrispondenza di eventuali fenomeni sismici non si ritiene di dover indicare specifiche opere di rinforzo.

Da quanto emerso dalle elaborazioni numeriche si evidenzia pertanto un sostanziale idoneo dimensionamento degli elementi strutturali nei confronti della conservazione dei resti industriali.

Tutti gli elementi superficiali risultano localmente interessati da fenomeni di degrado e dovranno pertanto essere sottoposti ad un attento esame visivo, con ripristini strutturali diffusi a garanzia della corretta protezione delle armature metalliche.

Le solette di copertura, come già segnalato, risultano fortemente interessata da degrado da infiltrazioni. Dovranno pertanto essere ricostruite in modo analogo alla costruzione originaria.

Tutte le strutture esposte dovranno quindi essere protette in modo da garantire l'assenza di infiltrazioni, con particolare attenzione nei confronti delle strutture orizzontali, sulle quali dovranno essere realizzate idonee impermeabilizzazioni e sistemi di smaltimento delle acque meteoriche.