PROGRAMMA HORIZON 2020

URBAN NATURE LABS – WP5 – T5.3

Attività:

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA EX CASERMA GAVOGLIO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO URBANO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

RELAZIONE TECNICA, DI CALCOLO E SUI MATERIALI

NUOVO ASCENSORE

Doc. n: I0070\ESE\PARCO\DEF\STR\R023

Timbro e firma

Rev.	Data	Sez.	Pag.	Redatto	Controllato	Approvato	Descrizione
1	11/7/2018	09	10	MG	FB	SB	Per Emissione

Infrastrutture Recupero Energia Agenzia Regionale Ligure I.R.E. S.p.A.
Sede Legale Via Peschiera 16, 16122 Genova
info@ireliguria.it irespa@legalmail.it www.ireliguria.it
Capitale Sociale € 372.972,00 Codice fiscale e Partita IVA 02264880994
Registro Imprese Genova R.E.A. n. 473022
Soggetta alla direzione ed al coordinamento di FI.L.S.E. S.p.A.

DIVISIONE SANITÀ, TUTELA DEL TERRITORIO E PROGRAMMI DI INTERESSE STRATEGICO
Via XX Settembre 41, 16121 Genova
tel. +39 0105488834 fax +39 0105700490
infrastrutture@ireliguria.it

SOMMARIO

1 DESCRIZIONE DELL'OPERA 3
2 INTERFERENZE CON I MANUFATTI ESISTENTI 4
3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 4
4 MATERIALI 4
5 CARATTERISTICHE DELLA COSTRUZIONE 5
6 CARATTERISTICHE DEL SUOLO 5
7 ANALISI DEI CARICHI 6
8 COMBINAZIONI DI CARICO E MODALITÀ DI ANALISI 7
9 VERIFICHE STRUTTURALI 8

1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'area oggetto di intervento è sita a Genova nella zona del Lagaccio, nell'area compresa tra Via del Lagaccio e Via Ventotene, e si estende verso nord ovest, comprendendo la stretta valle (valletta del rio Cinque Santi) compresa tra Via Napoli e Via Cinque Santi, per una superficie totale di circa 16.000mq.

Attualmente l'area è quasi completamente in stato d'abbandono e sono presenti diversi edifici inutilizzati.

Il progetto prevede una riqualificazione completa di tutta l'area al fine di insediarvi un parco urbano: sono previste aree relax, zone giochi e per attività sportive, per attività sociali e vari percorsi.

Nell'ambito di questo intervento il progetto prevede la realizzazione di un ascensore che porrà in collegamento il parco con il piazzale del soprastante (verso Via Napoli) Istituto Comprensivo Statale Lagaccio (Scuola Mario Mazza).

Il vano corsa dell'ascensore sarà realizzato in calcestruzzo armato tranne che per il lato ovest che sarà vetrato per rendere l'impianto "panoramico". Su questo lato la parete in calcestruzzo armato sarà quindi sostituita da controventi in acciaio. Sono previsti due sbarchi, uno al piano terreno, uno a quota piazzale dell'Istituto scolastico (circa a quota +20 metri rispetto al primo sbarco). Per rispettare la normativa di sicurezza degli impianti ascensori, la quale prevede che non possa esserci una tratta tra due sbarchi di lunghezza superiore a 11 metri, è poi previsto un terzo sbarco posto circa a metà percorso tra i primi due sbarchi.

A quota dello sbarco in corrispondenza del piazzale, per mettere in collegamento l'ascensore con lo stesso piazzale, sarà realizzata una passerella a campata unica di circa 18 metri, realizzata con due capriate metalliche costituite da elementi tubolari, collegate tra loro a livello delle briglie inferiori, sulle quali appoggerà l'impalcato. Gli elementi della capriata avranno sezione differente in relazione alle loro caratteristiche di sollecitazione:

- le briglie superiori, sollecitate prevalentemente a compressione, saranno realizzate con profili cavi circolari in acciaio, di diametro ϕ 273,0 mm e spessore 12,5 mm;
- le briglie inferiori, sollecitate prevalentemente a trazione e collegate tra loro da diagonali, saranno realizzate con profili cavi circolari in acciaio, di diametro ϕ 193,7 mm e spessore 10 mm;
- i diagonali, sia di parapetto che di rinforzo in pianta, saranno realizzati con profili cavi circolari in acciaio, di diametro ϕ 114,3 mm e spessore 6,3 mm.

La seconda passerella, di luce pari a circa 5 metri, quindi molto inferiore a quella a quota del piazzale della scuola, sarà realizzata con due travi metalliche HEA400, collegate in pianta da controventature L60x6, su cui appoggerà l'impalcato.

Dal punto di vista geotecnico, il vano corsa dell'ascensore sarà realizzato su una piastra in calcestruzzo armato di ampie dimensioni, direttamente poggiante sulla roccia. La piastra sarà munita di micropali, progettati per lavorare a trazione, e che avranno funzione di antiribaltamento. Le passerelle appoggeranno da una parte sul vano dell'ascensore e dall'altra su una struttura in calcestruzzo armato costituita da due pareti collegate da un cordolo di fondazione su micropali.

2 INTERFERENZE CON I MANUFATTI ESISTENTI

La progettazione dell'ascensore è stata condotta al fine di non generare interferenze con i manufatti esistenti.

Per quanto riguarda tutti gli altri interventi previsti a progetto (non oggetto della presente relazione di calcolo) sono state analizzate le possibili interferenze e risolte le criticità. Le risultanze sono riportate nel documento "Relazione di verifica della compatibilità tra le opere previste e le opere di contenimento presenti – opere di messa in sicurezza delle parti ammalorate del muraglione di Via Ventotene".

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto Ministeriale 17.01.2018: **Norme Tecniche per le Costruzioni**

Eurocodice 1: **Azioni sulle costruzioni**

Eurocodice 2: **Progettazione delle strutture in calcestruzzo**

Eurocodice 3: **Progettazione delle strutture in acciaio**

Eurocodice 7: **Progettazione geotecnica**

Eurocodice 8: **Progettazione in zona sismica**

Deliberazione della Giunta Regionale n. 297 del 14.04.2017: **Aggiornamento classificazione sismica del territorio ligure.**

4 MATERIALI

Calcestruzzo C25/30

f_{ck} = 25 N/mm^2 R_{ck} = 30 N/mm^2

f_{cd} = 14,16 N/mm^2

$f_{ctd} = f_{cd}/20$ = 0,708 N/mm^2

$f_{cm} = f_{ck} + 8$ = 33 N/mm^2

E = 22.000 * (f_{cm}/10) ^ 0,3 = 31.475 N/mm^2

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B450C

$f_{y\,nom}$ = 450 N/mm^2

$f_{t\,nom}$ = 540 N/mm^2

E = 210.000 N/mm^2

Acciaio per carpenteria metallica tipo S355

$f_{y\,nom}$ = 355 N/mm^2

E = 210.000 N/mm^2

5 CARATTERISTICHE DELLA COSTRUZIONE

Ai fini della definizione dei livelli di sicurezza e delle prestazioni attese, sono stati attribuiti alla costruzione i seguenti parametri:

Vita nominale:	50 anni
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso:	1
Periodo di riferimento:	$V_R = V_N * C_U$ = 50 anni

6 CARATTERISTICHE DEL SUOLO

L'intervento oggetto della presente relazione si trova ubicato a Genova in Via del Lagaccio e tale sito, secondo la classificazione sismica della Regione Liguria, ricade come pericolosità sismica in Zona 3.

Le coordinate geografiche (sistema di coordinate "Gauss-Boaga Roma 40") del sito sono:

Latitudine:	4919044,43

Longitudine:	1493568,74

I parametri relativi al sito in esame, come indicato nella relazione geologica, sono i seguenti:

Categoria di suolo:	B
Categoria topografica:	T1
Coefficiente topografico St:	1,0

7 ANALISI DEI CARICHI

Pesi propri

Calcestruzzo	25,00 kN/m^3
Acciaio	78,00 kN/m^3

Carichi permanenti

Terreno	20,00 kN/m^3
Sovraccarichi copertura ascensore	2,00 kN/m^2
Sovraccarichi passerella	3,00 kN/m^2

Sovraccarichi accidentali

Affollamento su passerella	5,00 kN/m^2
Ascensore	non quantificato in questa fase trattandosi di un carico minimale in relazione agli altri
Neve	0,8 kN/m^2

q_s = carico della neve sulla copertura = $\mu_i * q_{sk} * C_E * C_t$

ove

μ_i = coefficiente di forma della copertura = 0,8

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo = 1 KN/m^2 (Zona II)

C_E = coefficiente di esposizione = 1 (normale)

C_t = coefficiente termico = 1

Pressione vento su vano ascensore 1,34 kN/m^2

Pressione vento su strutture passerelle 1,67 kN/m^2

p = pressione del vento = $q_b * c_e * c_p * c_d$

ove

q_b = pressione cinetica di riferimento = $0,5 * \rho * v_b^2$

ove

ρ = densità dell'aria = 1,25 kg/m^3

v_b = valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo = 28 m/s

(Zona 7)

c_e = coefficiente di esposizione = $k_r^2 * c_t * \ln(z_{min}/z_0) * [7 + c_t * \ln (z_{min}/z_0)]$ = 2,74
(a favore di sicurezza la struttura viene caricata con una pressione del vento ricavata con coefficiente di esposizione pari al coefficiente per $z_0=z_{max}$)

ove

k_r = 0,22; z_0 = 0,3 m; z_{min} = 8 m
(Zona 7, classe di rugosità del terreno D, categoria di esposizione del suolo II)

c_t = 1

c_p = coefficiente di forma =

per travi isolate = 1,6 (φ = Sp/S = 0,47)

pareti sottovento = 0,8+0,2 = 1

pareti sottomesse = 0,4-0,2 = 0,2

c_d = coefficiente dinamico = 1

8 COMBINAZIONI DI CARICO E MODALITÀ DI ANALISI

Tutte le verifiche sono condotte con il metodo degli Stati limite ultimi.

In accordo con le citate Norme Tecniche, sono state valutate le seguenti combinazioni di carico fondamentali:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \ldots$$

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \ldots$$

L'azione sismica utilizzata deriva da un'analisi pseudo-statica dove si è considerata una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico come indicato nelle Norme Tecniche.

9 VERIFICHE STRUTTURALI

Per la determinazione delle sollecitazioni degli elementi strutturali (fondazioni, colonne, setti e travi) è stato realizzato un modello tridimensionale utilizzando il software di calcolo PRO_SAP Professional SAP.

In tale programma la verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso - deformativo indotto da carichi statici.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale.

Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno a X, Y, Z).

La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$$

dove

- **K** = matrice di rigidezza
- **u** = vettore spostamenti nodali
- **F** = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo **TRUSS** (biella)
- Elemento tipo **BEAM** (trave)
- Elemento tipo **MEMBRANE** (membrana)
- Elemento tipo **PLATE** (piastra-guscio)
- Elemento tipo **BOUNDARY** (molla)
- Elemento tipo **STIFFNESS** (matrice di rigidezza)

Il codice di calcolo adottato è ALGOR SUPERSAP prodotto dalla ALGOR INTERACTIVE SYSTEMS, Inc. Pittsburgh, PA, USA.

Il programma ALGOR SUPERSAP applica il metodo degli elementi finiti per strutture di forma qualunque, comunque caricate e vincolate, nell'ambito del comportamento lineare delle stesse.

La risoluzione del sistema K * u = F è condotta con l'algoritmo di Gauss modificato sulla matrice K globale suddivisa in blocchi.

Si sottolinea che il solutore ALGOR SUPERSAP è stato sottoposto, con esito positivo e relativa certificazione, ai test N.A.F.E.M.S. (test di confronto della National Agency for Finite Element Methods and Standards in Inghilterra).

Si sottolinea inoltre che il solutore ALGOR SUPERSAP è soggetto ad attività di controllo ai sensi della Q.A. (quality assurance), condizione essenziale per l'utilizzo dei codici di calcolo nell'ambito della progettazione nucleare ed off-shore.

I tabulati di calcolo vengono riportati nel documento 10070\ESE\PARCO\DEF\STR\R024 e si precisa che:

1. Per le verifiche geotecniche sono state utilizzate le combinazioni di carico con i coefficienti SLU e non GEO, a favore di sicurezza.
2. Il programma ha rilevato la presenza di pressioni positive sul terreno che, se annullate, portano a pressioni negative ampiamente confrontabili con quelle del terreno di posa (sono infatti inferiori a 4kg/cmq), valori ampiamente ammissibili per terreni come quello in sito.

3. Il software evidenzia la possibilità di una mancanza d'equilibrio della struttura vista la presenza di pressioni positive. Tale equilibrio è invece presente ma, a favore di sicurezza, è stata prevista la realizzazione di tiranti verticali che avranno funzione di antiribaltamento, sebbene non siano indispensabili (verifiche più approfondite verranno eseguite in fase esecutiva).

4. Nel modello di calcolo sono stati inseriti pali verticali in quanto il software non consentiva di inclinarli e pertanto i risultati ottenuti sono cautelativi rispetto a quelli effettivi di progetto.