

PROPOSTA PER REALIZZAZIONE DI COMPLESSO NATATORIO STAGIONALE SCOPERTO

art. 183 comma 15, D.lgs 50/2016

Inquadramento:

via Giuseppe Giusti, Russi (RA) presso polo sportivo Bruno Bucci
Foglio Foglio 27, Mappale 256

INDAGINE SISMICA E GEOTECNICA

DICEMBRE 2016

A04.2

Proprietà: Comune di Russi
Proponente: CO.GI.Sport

PROPONENTE:
NUOVA CO.GI.Sport
soc. coop. p.a.

Piazzale Pancrazi 1/A - 48018 Faenza (RA)
tel. 0546-621012 - fax. 0546-621012
info@piscinafaenza.com
p.IVA 01266680394



**PROGETTO ARCHITETTONICO
COOPROGETTO**
architettura ingegneria servizi

via Severoli, 18 - 48018 Faenza (RA)
tel. 0546-29237 - fax. 0546-29261
segreteria@cooproggetto.it

Arch. Alessandro Bucci

collaboratori:
Arch. Enrico Ferraresi
Arch. Michele Vasumini
Dott. Simona Tartaglia
Dott. Enrico Bertozzi

Progettista rete fognaria
Coordinatore per la sicurezza
Ing. Paolo Ruggeri



Progetto strutturale
Ing. Marco Peroni



Progetto impianti elettrici
Per. Ind. Marco Samorini

collaboratori:
Per. Ind. Andrea Bravaccini



Progetto impianti meccanici
Per. Ind. Alberto Schwarz
Per. Ind. Christian Bassi

Pratiche precedenti

Firme dei tecnici ognuno per le proprie competenze

Presenza visione

a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geomorfologiche

La presente relazione illustrativa riguarda la nuova costruzione di un insieme di opere finalizzata alla realizzazione di un complesso natatorio da edificare nel comune di Russi (RA), classificato in Zona Sismica 2 (media sismicità), secondo le indicazioni delle Nuove norme tecniche per le costruzioni “DM Infrastrutture 14 Febbraio 2008”.



Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in base ai risultati dell'indagine geofisica condotta nell'area di progetto, caratterizzata da una velocità delle onde di taglio (V_{s30}) pari a 266 m/sec, il profilo stratigrafico risulta appartenere alla categoria di sottosuolo tipo “C”. Dal punto di vista topografico il sito di costruzione risulta pianeggiante rientrando nella categoria topografica T1 in cui si adotta un coefficiente di amplificazione topografica $ST=1,0$.

b) Descrizione generale della struttura

Il complesso natatorio comprende i seguenti corpi di fabbrica:

- Vasca in c.a. ad uso piscina, di dimensioni in pianta 29.00x11.30m e profondità massima $h=-1.25$ m. La struttura è composta da una platea di fondazione di spessore 40cm e pareti di spessore 30cm.
- Vasca in c.a. ad uso piscina, di dimensioni in pianta 11.35x7.35m e profondità massima $h=-0.46$ m. La struttura è composta da una platea di fondazione di spessore 30cm e pareti di spessore 30cm.
- Telaio prefabbricato in c.a. ad uso spogliatoi, di dimensioni in pianta 17.60x8.70m e altezza alla gronda $h=3.80$ m. La struttura è composta da pilastri di sez.35x35cm e travi di sez.50x30cm, sormontate da un solaio spiroll di altezza $h=25+5=30$ cm e plinti di sez.220x220cm;
- Tettoia metallica ad uso bar, di dimensioni in pianta 17.30x8.40m e altezza $h=4.77$ m. La struttura è composta da montanti e traversi in profili HeA 200, sormontate da pannelli in lamiera coibentata di spessore 80mm;
- Telaio in c.a. ad uso biglietteria, di dimensioni in pianta 4.23x5.08m e altezza $h=2.96$ m.

c) Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati

Nella progettazione e nelle verifiche sono state utilizzate le Nuove norme tecniche per le costruzioni “DM Infrastrutture 14 Febbraio 2008” e relativa “Circolare 02 Febbraio 2009”.

d) Definizione dei parametri di progetto

Il fabbricato è situato in Via Giuseppe Giusti, nel comune di Russi(RA) con le seguenti coordinate geografiche:

Latitudine (WGS84)	Longitudine (WGS84)
44.37068786	12.04061866
Latitudine (ED50)	Longitudine (ED50)
44.372435	12.041417
Altitudine (mt)	8



Il fabbricato viene classificato come opera che prevede affollamenti significativi (**Classe d’uso III**). Si assume come vita nominale della costruzione $V_N = 50$ anni e come coefficiente d’uso $C_U = 1.5$.

Azione sismica

Le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento, valutato moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d’uso della costruzione, per cui si ha:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,5 = 75 \text{anni}$$

Per tale vita di riferimento si devono considerare azioni sismiche che abbiano una probabilità di superamento pari al:

- SLO: 81% in $V_R = 50$ anni \rightarrow tempo di ritorno $T_R = 30$ anni
- SLD: 63% in $V_R = 50$ anni \rightarrow tempo di ritorno $T_R = 50$ anni
- SLV: 10% in $V_R = 50$ anni \rightarrow tempo di ritorno $T_R = 475$ anni
- SLC: 5% in $V_R = 50$ anni \rightarrow tempo di ritorno $T_R = 975$ anni

I valori dei parametri sismici relativi a ciascuno stato limite sono riportati nella seguente tabella riassuntiva.

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL:

Classe dell'edificio
 III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi

Vita Nominale Struttura 50

Periodo di Riferimento per l'azione sismica 75

Parametri di pericolosità Sismica

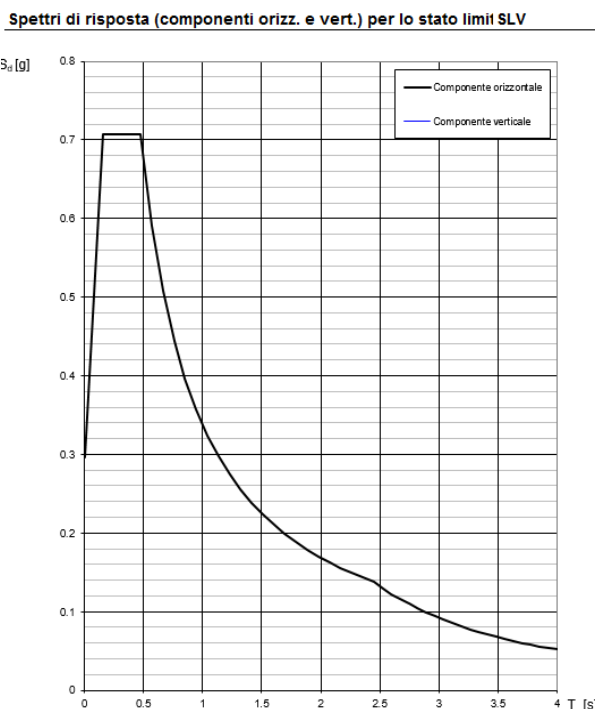
Stato Limite	T_r [anni]	a_g/g [-]	F_0 [-]	T_c^* [s]
Operatività	45	0.068	2.447	0.270
Danno	75	0.084	2.435	0.281
Salvaguardia Vita	712	0.213	2.404	0.308
Prevenzione Collasso	1462	0.273	2.410	0.315

[Termini e Condizioni di utilizzo di EdiLus-MS](#)

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto secondo la classificazione indicata nelle NTC 14/01/2008, si considera una **categoria di sottosuolo di tipo "C"**.

Dal punto di vista topografico il sito di costruzione risulta pianeggiante, rientrando nella **categoria topografica T₁**, per cui il **coefficiente di amplificazione topografica S_T** è $S_T = 1,0$.

La zona sismica in cui sorge il fabbricato è classificata in Zona Sismica 2, caratterizzata da pericolosità sismica media. Nota la categoria del suolo e tutti i parametri (a_g , F_0 , T_c^* , S , η , T_B , T_C , T_D), si ricava il grafico dello Spettro di Risposta Elastico SLV, riportato di seguito:



e) Descrizione dei materiali

I materiali utilizzati per uso strutturale sono:

Strutture in calcestruzzo gettato in opera (vasche piscina):

calcestruzzo di classe C32/40, con resistenza di calcolo a compressione $f_{cd}=188,13 \text{ daN/cm}^2$;

Strutture in calcestruzzo gettato in opera (fondazioni):

calcestruzzo di classe C25/30, con resistenza di calcolo a compressione $f_{cd}=141,66 \text{ daN/cm}^2$;
acciaio B450C controllato in stabilimento, con resistenza di calcolo pari a $f_{yd} = 3913 \text{ daN/cm}^2$.

Strutture in calcestruzzo prefabbricate (strutture in elevazione):

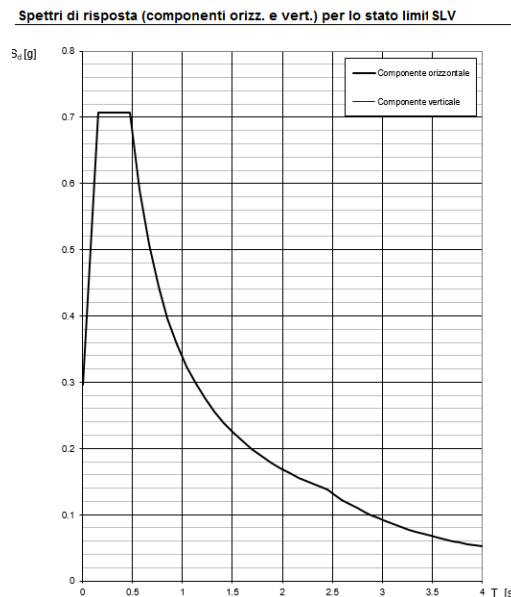
calcestruzzo di classe C45/55, con resistenza di calcolo a compressione $f_{cd}=258,68 \text{ daN/cm}^2$;
trefoli stabilizzati di classe 1860MPa.

f) Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione

Criteri di progettazione vasche in c.a. e tettoia metallica:

La progettazione è stata sviluppata con i criteri specifici di un'analisi dinamica elastica considerando un comportamento strutturale non dissipativo nei confronti dell'azione sismica e adottando quindi un valore del fattore di struttura $q=1$, utilizzato per ciascuna direzione dell'azione sismica.

Si riporta di seguito il grafico dello Spettro di Risposta di Progetto SLV, adottando il fattore di struttura nelle due direzioni:



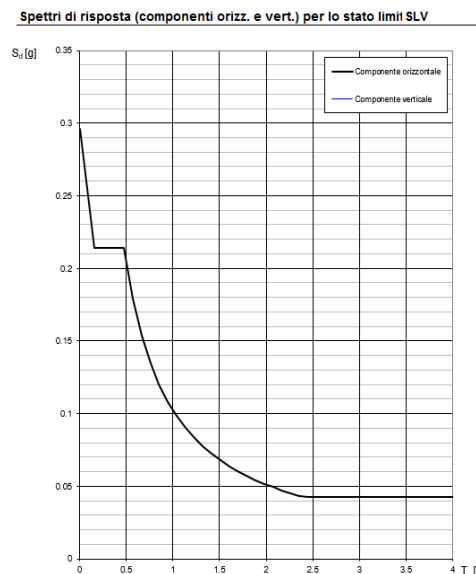
Criteri di progettazione telaio in c.a. prefabbricato e telaio in c.a. ad uso bar:

La capacità dissipativa della struttura in elevazione è messa in conto attraverso il fattore di struttura q riduttivo delle forze elastiche (Par. 7.4.3.2 DM2008). Il fabbricato è schematizzato come una **struttura a telaio ad un piano che rispetta i requisiti di regolarità in pianta e in altezza**; essa è stata progettata con i criteri specifici della classe di duttilità bassa CD"B", considerando nella modellazione un valore del fattore di struttura così definito:

$$q_x = q_0 \cdot \alpha_u / \alpha_1 = 3 \cdot 1.1 = 3.3$$

$$q_y = q_0 \cdot \alpha_u / \alpha_1 = 3 \cdot 1.1 = 3.3$$

Si riporta di seguito il grafico dello Spettro di Risposta di Progetto SLV, adottando il fattore di struttura nelle due direzioni:



g) Principali combinazioni delle azioni

Le combinazioni di carico s.l.u. statiche (in assenza di azioni sismiche) sono ottenute mediante diverse combinazioni dei carichi permanenti ed accidentali in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura.

I carichi vengono applicati mediante opportuni coefficienti parziali di sicurezza, considerando l'eventualità più gravosa per la sicurezza della struttura.

Le azioni sismiche sono valutate in conformità a quanto stabilito dalle norme e specificato nel paragrafo sulle azioni. Vengono in particolare controllate le deformazioni allo stato limite ultimo, allo stato limite di danno e gli effetti del second'ordine. In sede di dimensionamento vengono analizzate tutte le combinazioni, anche sismiche, impostate ai fini della verifica s.l.u.

Vengono anche processate le specifiche combinazioni di carico introdotte per valutare lo stato limite di esercizio (deformazioni ecc.).

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera e in questo caso vengono considerati come carichi verticali uniformemente distribuiti.

Tutti gli altri carichi accidentali considerati sono il carico dovuto alla neve, del vento e l'azione dinamica dovuta al sisma.

Le azioni sollecitanti utilizzate sono state calcolate secondo le seguenti espressioni:

Combinazione fondamentale: stati limite ultimi (SLU) $F_d = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot [Q_{1k} + \sum (\psi_{0i} \cdot Q_{ik})]$

Combinazione caratteristica rara (SLE) $F_r = G_k + Q_{1k} + \sum (\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$

Combinazione frequente (SLE) $F_f = G_k + \psi_{11} \cdot Q_{1k} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$

Combinazione quasi permanente (SLE) $F_p = G_k + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$

dove:

G_k è il valore caratteristico delle azioni permanenti;

Q_{1k} è il valore caratteristico dell'azione variabile dominante (principale) di ogni combinazione;

Q_{kj} sono i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti e che possono agire contemporaneamente a quella dominante;

γ_G = coefficiente parziale per le azioni permanenti = 1,3

(1,0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);

γ_Q = coefficiente parziale per le azioni variabili = 1,5

(0 se il suo contributo aumenta la sicurezza) ;

Le azioni variabili Q_{kj} vengono combinate con i coefficienti di combinazione $\Psi_{0j}, \Psi_{1j}, \Psi_{2j}$.

Con riferimento alla durata percentuale relative ai livelli di intensità dell'azione variabile, si definiscono:

- Valore quasi permanente $\Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$

- Valore frequente $\Psi_{1j} \cdot Q_{kj}$

- Valore raro $\Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$

Il programma di calcolo utilizza nelle combinazioni di carico un valore finale di moltiplicatore della condizione che discende dal prodotto dei coefficienti $\gamma \cdot \Psi$ che il programma stabilisce in base alla categoria di carico selezionata (Permanente, Variabile, ecc.).

Alle configurazioni delle azioni di tipo statico si aggiungono quelle sismiche.

Combinazione sismica

$$F^{SISMICA} = E + G + \sum_{j=1}^n (\Psi_{2,J} \cdot Q_{K,J})$$

L'azione sismica in X (denominata "Ex") e quella in Y (denominata "Ey") vengono considerate agenti contemporaneamente nelle possibili combinazioni del 100% dell'una con il 30% dell'altra. Considerando anche i due possibili versi di ciascuna azione sismica abbiamo quindi queste situazioni:

Ex+0.3Ey	Ex-0.3Ey	-Ex+0.3Ey	-Ex-0.3Ey
0.3Ex+Ey	0.3Ex-Ey	-0.3Ex+Ey	-0.3Ex-Ey

h) Metodo di analisi delle strutture

Gli elementi strutturali sono stati dapprima dimensionati singolarmente attraverso calcoli manuali, infine è stato sviluppato un modello di calcolo globale attraverso un'analisi dinamica modale lineare con il metodo dello spettro di risposta.

i) Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno

Fattore di struttura adottato per le verifiche

La progettazione e la verifica delle strutture di fondazioni è stata sviluppata con i criteri specifici di un'analisi dinamica elastica adottando un valore del fattore di struttura $q=1,0$, per ciascuna direzione dell'azione sismica.

Stati limite di tipo geotecnico GEO e strutturale STR

Le verifiche sono state effettuate secondo l' APPROCCIO 2 (A1+M1+R3)

Nella valutazione relativa al dimensionamento strutturale (STR) delle fondazioni sono stati utilizzati i seguenti coefficienti:

Per le azioni E_d sono stati applicati i seguenti coefficienti

(Effetto sfavorevole):

(A1) STR = Permanenti = $\gamma_{g1} = 1.3$

(A1) STR = Permanenti non strutturali = $\gamma_{g2} = 1.5$

(A1) STR = Variabili = $\gamma_{qi} = 1.5$

Il valore di progetto della resistenza del terreno R_d è stato determinato in modo analitico (formula di Terzaghi), con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, invariati in quanto i coefficienti M1 sono tutti pari a γ_M :

<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\gamma_{\phi'} = 1,0$
<i>Coesione efficace</i>	$\gamma_c = 1,0$
<i>Resistenza non drenata</i>	$\gamma_{cu} = 1,0$
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma_{\gamma} = 1,0$

e suddividendo la portanza del terreno per un ulteriore coefficiente parziale (R_3) che ai fini del dimensionamento strutturale non deve essere portato in conto, ossia $\gamma_R=1,0$.

Nelle verifiche per gli stati limite ultimi di tipo geotecnico (GEO) il valore caratteristico della resistenza del terreno $R_k=2,50\text{daN/cm}^2$, ricavato dalla relazione geologica prodotta dal Dott. Geol. Giancarlo Andreatta, è stato suddiviso per il coefficiente parziale (R_3) $\gamma_R = 2,3$ in modo da ottenere la capacità portante di progetto $R_d=2,50\text{daN/cm}^2 / 2,3=1,08 \text{ daN/cm}^2$.

Verifica della pressione di contatto trasmessa al terreno

Per ciascun corpo di fabbrica è stato verificato il soddisfacimento della seguente disuguaglianza

$$E_d < R_d$$

cioè la pressione sollecitante di progetto agente sul terreno deve risultare minore della capacità portante di progetto del terreno.

Faenza, 18 Luglio 2016

Ing. Marco Peroni