



COMUNE DI VILLA D'OGNA - PROVINCIA DI BERGAMO

**RESTAURO CONSERVATIVO EDIFICIO BIBLIOTECA – ASSOCIAZIONI – BANDA
CON ADEGUAMENTO SISMICO E MESSA IN SICUREZZA**

PROGETTO ESECUTIVO



**ESECUTIVO PRIMO LOTTO
RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE – RELAZIONE SUI MATERIALI
IMPIEGATI – RELAZIONE SULLE OPERE DI FONDAZIONE – PIANO DI
MANUTENZIONE – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

Progetto Esecutivo edile, strutturale e impiantistico e prevenzione incendi

Maggio 2023

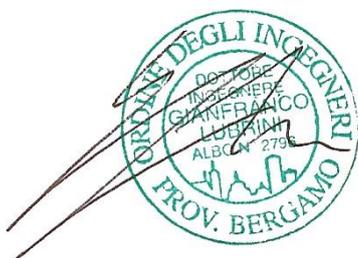
Progetto strutturale e impianti:



Progetto architettonico:



EPS - Architetti Associati di E.Bertocchi S.Magalini P.Masotti
Via G. B. Moroni, 129 - 24122 Bergamo - Tel e Fax 035 239047
E-mail eps-architetti@libero.it - P.IVA e C.F.: 03230630166



Indice

1. PREMESSA, IPOTESI FORMALI E DI CALCOLO	3
1.1 Descrizione dell'intervento strutturale	6
1.2 Descrizione delle opere strutturali previste a progetto	7
1.2.1 Fondazioni	7
1.2.2 Strutture verticali	7
1.2.3 Strutture orizzontali	8
1.3 Pesì propri, carichi di esercizio e azioni	8
1.3.1 Pesì propri e carichi di esercizio	8
1.3.2 Azione sismica	8
1.4 Indagini specialistiche precedenti il progetto	8
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3. RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE	10
3.1 Codice di calcolo impiegato	10
3.2 Metodo di calcolo	10
3.2.1 Stato Limite di Salvaguardia della Vita	10
3.2.2 Stati Limite di Esercizio	11
3.2.3 Coefficienti parziali per le azioni	12
3.2.4 Coefficienti di sicurezza delle resistenze	13
3.3 Esplicazione dei risultati	13
3.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	13
4. RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI	14
4.1 Acciai per strutture metalliche	14
4.1.1 Tipo di acciaio S235 (Fe360)	14

4.1.2	Bulloni	14
4.1.3	Saldature	15
4.1.4	Classe di esecuzione applicabile EXC	15
4.1.5	Classe di corrosività	16
5.	RELAZIONE SULLE OPERE DI FONDAZIONE	16
6.	PIANO DI MANUTENZIONE STRUTTURALE	16
7.	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	17
8.	CONCLUSIONI	17

1. PREMESSA, IPOTESI FORMALI E DI CALCOLO

Il presente documento costituisce parte integrante del progetto esecutivo inerente i lavori per il **restauro conservativo edificio biblioteca - associazioni - banda con adeguamento sismico e messa in sicurezza - 1° lotto d'intervento** - che Comune di Villa d'Ogna ha affidato allo studio EPS Architetti Associati, che per gli aspetti strutturali e impiantistici è coadiuvato dal sottoscritto.

Completano il progetto esecutivo strutturale, oltre il fascicolo dei calcoli delle strutture portanti, gli elaborati grafici contenenti i particolari costruttivi e tutte le prescrizioni di dettaglio.

Nel presente capitolo si indicano le **ipotesi formali e di calcolo** alla base del progetto, concordate sia con la Committenza che con il Progettista Architettonico (cioè l'EPS Architetti Associati).

Si sottolinea che l'intervento deve essere denunciato dal Costruttore e dal Committente ai sensi degli artt. 65 e 93 del D.P.R. 380/2001 e sottoposto a opportuna direzione lavori e collaudo ai sensi dell'art. 67 del D.P.R. 380/2001.

Nella tabella che segue vengono riportati i più significativi dati inerenti la struttura in oggetto, nello specifico si riporta:

- la localizzazione geografica dell'intervento e la relativa zona sismica tratta dall'allegato A della D.G.R. X/2129 del 11/07/2014;
- il tipo di costruzione considerata e la relativa vita nominale (V_N) convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali, tali dati sono tratti dal punto 2.4.1. del D.M. 17/01/2018;

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

[tab. 2.4.1. – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni D.M. 17/01/2018]

- la classe d'uso considerata ovvero, la classificazione dell'opera con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, tale classificazione è tratta dal punto 2.4.2. del D.M. 17/01/2018, lo stesso suddivide le costruzioni in:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

- la tipologia di costruzione considerata in funzione che essa sia o meno:
 - un edificio di interesse strategico e/o un'opera infrastrutturale la cui funzionalità durante gli eventi sismici assuma rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile;
 - un edificio e/o opera infrastrutturale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso;

tale classificazione è definita all'interno della D.D.U.O. n. 7237 del 22/05/2019 che definisce:

- EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE
 - a. edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale;
 - b. edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciale;
 - c. edifici destinati a sedi di Amministrazioni comunali;
 - d. edifici destinati a sedi di Comunità Montane;
 - e. strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc.);
 - f. centri funzionali di protezione civile;
 - g. edifici ed opere individuate nei piani d'emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
 - h. ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione;
 - i. sedi Aziende Unità Sanitarie Locali;
 - j. centrali operative 118.
- EDIFICI ED OPERE RILEVANTI
 - a. asili nido e scuole, dalle materne alle superiori;
 - b. strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere;

- c. edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n. 3685 del 21 ottobre 2003;
 - d. strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.);
 - e. edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio suscettibili di grande affollamento;
 - f. punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade «strategiche» provinciali e comunali non comprese tra la «grande viabilità» di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate «strategiche» nei piani di emergenza provinciali e comunali;
 - g. stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane);
 - h. porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza;
 - i. strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica;
 - j. strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotti, gasdotti, ecc.);
 - k. strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali;
 - l. strutture non di competenza statale connesse con i servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione);
 - m. strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotti insalubri e/o pericolosi;
 - n. opere di ritenuta di competenza regionale.
- la specifica tipologia di intervento da effettuarsi così come definito dal punto 7.0 (nuove costruzioni) e 8.4 (costruzioni esistenti) del D.M. 17/01/2018.
 - il metodo di calcolo utilizzato e la normativa di riferimento.

SITO	
asse X [UTM-WGS84]	572.247,01
asse Y [UTM-WGS84]	5.084.355,19
altitudine [m s.l.m.]	533
zona sismica	zona 3
COSTRUZIONE	
tipo di costruzione	tipo 2
vita nominale	≥ 50 anni
classe d'uso	classe III [costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.]
edificio o opera strategica	NO
edificio o opera rilevante	SI
INTERVENTO	

tipologia di intervento	NUOVA COSTRUZIONE
	COSTRUZIONE ESISTENTE <ul style="list-style-type: none"> • adeguamento • miglioramento • riparazione o intervento locale
metodo di calcolo	stati limite
norma tecnica di riferimento principale	D.M. 17/01/2018

1.1 Descrizione dell'intervento strutturale

L'intervento di cui trattasi investe unicamente i seguenti aspetti inerenti la struttura: la realizzazione di due aperture nella muratura portante del piano terra.

Al fine del corretto inquadramento formale e sostanziale dell'opera si è fatto riferimento a quanto riportato al punto 8.4. del D.M. 17/01/2018 che individua le seguenti categorie di intervento:

- **interventi di riparazione o locali** - interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
- **interventi di miglioramento** - interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al punto 8.4.3. del D.M. 17/01/2018;
- **interventi di adeguamento** - interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al 8.4.3. del D.M. 17/01/2018.

Considerato quanto sopra e quanto riportato al punto 8.4.1, 8.4.2. e 8.4.3. del medesimo D.M. 17/01/2018, gli interventi architettonici previsti non contemplano un "miglioramento" e non richiedono un "adeguamento" della struttura e pertanto si considerano, ai fini strutturali, come "riparazione o intervento locale", infatti:

- l'impostazione progettuale non prevede la realizzazione di opere atte ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente;
- l'impostazione progettuale architettonica non prevede alcun soprizzo della costruzione esistente;

- l'impostazione progettuale architettonica non prevede di ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse tali da alterarne significativamente la risposta;
- i previsti interventi non comportano variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi rilevanti (> 10%) dei carichi globali sulle fondazioni;
- l'intervento non trasformerà la costruzione esistente in un insieme che porti ad un organismo edilizio/strutturale diverso dal precedente, né prevede l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani;
- l'intervento infine non apporta modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.

Il tipo di intervento edilizio coinvolge però elementi strutturali metallici (con le relative giunzioni e appoggi) per i quali risulta comunque necessario redigere un progetto strutturale e denunciare i lavori secondo quanto previsto dall'art. 93 del D.P.R 6 giugno 2001 n. 380.

Si rimanda quindi ai fascicoli dei calcoli delle strutture portanti per la consultazione di calcoli riferiti all'intervento in progetto.

1.2 Descrizione delle opere strutturali previste a progetto

1.2.1 Fondazioni

Non sono previsti interventi alle fondazioni in quanto l'intervento in progetto non modificherà i carichi trasmessi al terreno.

1.2.2 Strutture verticali

L'unico intervento sulle strutture verticali riguarda l'inserimento di una coppia di pilastri in acciaio facenti parti delle nuove cerchiature realizzate nella muratura portante per la realizzazione delle nuove aperture.

1.2.3 Strutture orizzontali

Gli unici interventi sulle strutture orizzontali riguardano:

- l’inserimento di una coppia di travi superiori (architravi) in acciaio facenti parti delle nuove cerchiature realizzate nella muratura portante per la realizzazione delle nuove aperture;
- l’inserimento di una coppia di travi inferiori (traversi) in acciaio facenti parti delle nuove cerchiature realizzate nella muratura portante per la realizzazione delle nuove aperture.

1.3 Pesì propri, carichi di esercizio e azioni

1.3.1 Pesì propri e carichi di esercizio

ELEMENTO STRUTTURALE	PESO PROPRIO [kN/m ²]	CARICO PERMANENTE [kN/m ²]	CARICO ACCIDENTALE [kN/m ²]
impalcato 1	3,14	2,40	3,00
impalcato 2	0,45	1,00	0,50
copertura	0,30	2,00	1,73 (neve)
ELEMENTO STRUTTURALE	PESO PROPRIO [kN/m ³]	CARICO PERMANENTE [kN/m ²]	CARICO ACCIDENTALE [kN/m ²]
muri superiori	15,80	-	-

1.3.2 Azione sismica

L’azione sismica non è stata valutata, in conformità alle indicazioni del D.M. 17 gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni, in quanto l’intervento è da classificarsi come locale.

1.4 Indagini specialistiche precedenti il progetto

Considerata la zona, la tipologia costruttiva, la tipologia di intervento, non si sono ritenute necessarie indagini specialistiche precedenti il progetto.

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- [01] Legge n. 1086 del 5 novembre 1971
Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- [02] Circolare Ministero LL.PP. n. 22831 del 24 maggio 1982
Istruzioni relative ai carichi, ai sovraccarichi ed ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni.
- [03] Decreto Presidente della Repubblica n. 380 del 6 giugno 2001
Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- [04] Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003
Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- [05] Eurocodice 3
Progettazione delle strutture in acciaio.
- [06] D.G.R. n. X/2129 del 11 luglio 2014
Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia.
- [07] L.R. n. 33/2015 del 12 ottobre 2015
“Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche”.
- [08] D.G.R. n. X/5001 del 30 marzo 2016
“Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)”.
- [09] D.M. del 17 gennaio 2018
Norme Tecniche per le Costruzioni.
- [010] Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019
“Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.

Il numero fra parentesi quadre a margine della norma costituisce il riferimento utilizzato in tutta la documentazione progettuale.

Nel caso di aggiornamenti e/o esplicazioni e/o modifiche alla normativa citata si è mantenuto il riferimento alla norma originaria per brevità, senza citare le fonti legislative di modifica semprechè di non sostanziale importanza (per ciascuna norma si legga pertanto “e successive modifiche e integrazioni”).

Inoltre, per i decreti indicati, si è fatto riferimento a tutte le circolari emesse dai competenti ministeri come istruzione agli stessi (non citate integralmente per brevità).

3. RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

3.1 Codice di calcolo impiegato

Il calcolo delle strutture è avvenuto mediante fogli autoprodotti per ciascuno degli elementi progettati.

3.2 Metodo di calcolo

La metodologia di calcolo si riconduce agli ordinari criteri della Scienza delle Costruzioni secondo il "Metodo degli Stati Limiti Ultimi" ed il "Metodo degli Stati Limiti di Esercizio" per quanto riguarda tutti i componenti strutturali.

L'area del ferro è raggugliata a quella del calcestruzzo mediante il coefficiente di omogeneizzazione $m = 15$.

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 17 gennaio 2018.

3.2.1 Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Le azioni sulla costruzione sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (1)$$

dove:

- G₁ rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);
- G₂ rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta pretensione e precompressione;

Q_{ki} azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:

- di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
- di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;

Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;

$\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$ coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 17 gennaio 2018;

ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

3.2.2 Stati Limite di Esercizio

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 17 gennaio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni - al punto 2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

- combinazione rara
$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$
- combinazione frequente
$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$
- combinazione quasi permanente
$$F_d = \sum_{j=1}^m (G_{Kj}) + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki}) + \sum_{h=1}^l (P_{kh})$$

dove:

G_{Kj} valore caratteristico della j-esima azione permanente;

P_{kh} valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;

Q_{ki} valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;

Q_{ki} valore caratteristico della i-esima azione variabile;

ψ_{0i} coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;

ψ_{1i} coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;

ψ_{2i} coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

Ai coefficienti ψ_{0i} , ψ_{1i} , ψ_{2i} sono attribuiti i seguenti valori:

Categoria/Azione	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
categoria A - ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
categoria B - uffici	0,7	0,5	0,3
categoria C - ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
categoria D - ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
categoria E - biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
categoria F - rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
categoria G - rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
categoria H - coperture	0,0	0,0	0,0
vento	0,6	0,2	0,0
neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

3.2.3 Coefficienti parziali per le azioni

Il valore di progetto di una azione è espresso in termini generali come:

$$F_d = \gamma_F \cdot F_k$$

dove:

- F_d valore di progetto dell'azione;
 γ_F coefficiente parziale;
 F_k valore caratteristico dell'azione.

Per le verifiche agli Stati Limite i carichi sono stati amplificati con i seguenti coefficienti parziali:

- carichi permanenti condizione favorevole 1,0;
- carichi permanenti condizione sfavorevole 1,3;
- carichi variabili condizione favorevole 0,0;
- carichi variabili condizione sfavorevole 1,5.

3.2.4 Coefficienti di sicurezza delle resistenze

Le caratteristiche meccaniche dei materiali vengono identificate con un valore caratteristico che corrisponde al frattile della distribuzione statistica della particolare proprietà del materiale in esame.

Il valore di progetto di una proprietà meccanica del materiale è generalmente definito come:

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

dove:

- X_d valore di progetto della resistenza meccanica;
 X_k valore caratteristico della resistenza meccanica;
 γ_F coefficiente parziale di sicurezza per la proprietà del materiale.

Per le verifiche agli Stati Limite sono stati applicati i seguenti coefficienti di sicurezza per le resistenze dei materiali:

- ACCIAIO (coefficienti riportati nell'Eurocodice 3)
 - resistenza delle sezioni di classe 1 - 2 - 3 (g_{M0}) 1,10;
 - resistenza delle sezioni di classe 4 (g_{M1}) 1,10;
 - resistenza delle membrature all'instabilità (g_{M1}) 1,10;
 - resistenza delle sezioni nette in corrispondenza delle forature per i bulloni (g_{M2}) 1,25;
 - resistenza dei collegamenti bullonati (g_{Mb}) 1,25;
 - resistenza dei collegamenti saldati (g_{Mw}) 1,25.

3.3 Esplicazione dei risultati

I risultati delle calcolazioni eseguite sono esposti nell'allegato fascicolo dei calcoli delle strutture portanti, che dimostrano il rispetto delle prescrizioni normative inerenti l'opera.

3.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

Secondo quanto riportato all'art 10.2 del D.M. 17 gennaio 2018 risulta necessario, qualora l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatici, verificare l'affidabilità dei codici utilizzati e l'attendibilità dei risultati ottenuti.

4. RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI

4.1 Acciai per strutture metalliche

Per la realizzazione delle strutture metalliche si devono utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate dalla serie UNI EN 10025 per i profili laminati, recanti marcatura CE.

I valori nominali delle proprietà meccaniche dell'acciaio utilizzati nei calcoli strutturali sono riportati di seguito.

4.1.1 Tipo di acciaio S235 (Fe360)

- | | |
|--|-----------------------------|
| • modulo di elasticità normale (E) | 210'000 N/mm ² ; |
| • modulo di elasticità tangenziale (G) | 80'770 N/mm ² ; |
| • coefficiente di Poisson (ν) | 0,3; |
| • tensione normale ammissibile (σ_{amm}) | 160 N/mm ² ; |
| • tensione tangenziale ammissibile (τ_{amm}) | 92 N/mm ² ; |
| • tensione caratteristica a snervamento (f_{yk}) | 235 N/mm ² ; |
| • tensione caratteristica a snervamento di progetto (f_{yd}) | 213 N/mm ² . |
| • tensione caratteristica a rottura (f_{tk}) | 360 N/mm ² ; |
| • coefficiente di espansione termica lineare (α) | 12 x 10 ⁻⁶ / C; |
| • massa volumica (ρ) | 7'850 kg/m ³ . |

4.1.2 Bulloni

I bulloni devono essere conformi per caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN 5737 e devono appartenere alla classe 8,8.

I valori nominali delle proprietà meccaniche dei bulloni utilizzati nei calcoli strutturali sono riportati di seguito:

- | | |
|---|-------------------------|
| • tensione normale ammissibile ($\sigma_{amm,b}$) | 373 N/mm ² ; |
| • tensione tangenziale ammissibile ($\tau_{amm,b}$) | 264 N/mm ² ; |
| • tensione caratteristica a snervamento (f_{yb}) | 640 N/mm ² ; |

- tensione caratteristica a snervamento di progetto (f_{ydb}) 560 N/mm²;
- tensione caratteristica a rottura (f_{kb}) 800 N/mm².

4.1.3 Saldature

Il principio di realizzazione delle saldature è quello di creare un collegamento che sia più resistente del più debole degli elementi collegati.

Questo fa sì che la verifica dei profilati renda, automaticamente, verificate tutte le unioni. Lo spessore in gola delle saldature per tale ragione è stato tenuto pari a: minimo $0,7 t_{min}$.

4.1.4 Classe di esecuzione applicabile EXC

La struttura a progetto avrà una classe di esecuzione del tipo EXC2.

La stessa si determina dalla tabella TAB. B3 della EN1090-2 come risultato dei parametri legati alla Classe di Conseguenza, alla Categoria di Servizio ed alla Categoria di Produzione.

Classe di conseguenza: (CC2)

Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali.

Classe di servizio: (SC1)

- strutture e componenti progettati soltanto per azioni quasi statiche;
- strutture e componenti le cui connessioni sono progettate per l'azione sismica in regioni con bassa sismicità e classe di duttilità DCL;
- strutture e componenti progettati per azioni a fatica da carroponi/gru meccanici.

Categoria di produzione: (PC1)

- componenti non saldati e realizzati con qualunque grado di acciaio;
- componenti saldati realizzati con acciaio di grado inferiore a S355.

4.1.5 Classe di corrosività

La struttura a progetto, secondo quanto previsto dalle UNI EN ISO 12944-2, UNI EN ISO 14713 e dalla ISO 9223 avrà una classe di corrosività C2 (bassa) in quanto sarà allocata in ambiente interno in edifici non riscaldati dove può verificarsi condensa.

5. RELAZIONE SULLE OPERE DI FONDAZIONE

Non sono previsti interventi alle fondazioni in quanto l'intervento in progetto non modificherà i carichi trasmessi al terreno.

6. PIANO DI MANUTENZIONE STRUTTURALE

La parte strutturale dell'opera, così come progettata e vista la sua vita nominale minima (50 anni), non abbisogna di particolari manutenzioni, fatte salve alcune opere minute al fine di garantirne la durabilità.

Sono raccomandate soltanto **campagne di monitoraggio** biennali che mirino a verificare:

- la perfetta integrità delle strutture a vista;
- il corretto serraggio delle giunzioni bullonate.

Qualora si rilevino problematiche durante i monitoraggi è necessario consultare un tecnico esperto al fine di stabilirne le cause.

Si rammenta alla proprietà di impedire ogni uso improprio della struttura oggetto del presente progetto, in particolare per ciò che concerne i carichi e le destinazioni d'uso e di sottoporre ogni intervento significativo sulle opere strutturali alla necessaria progettazione, direzione e collaudo.

7. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1

8. CONCLUSIONI

I metodi di calcolo seguiti sono in accordo con la Normativa vigente.

Per tutti i particolari progettuali si rimanda alle tavole allegate relativamente alle strutture realizzate in opera, ed alle tavole del progetto architettonico per una migliore comprensione dell'intervento nel suo complesso.

Per le verifiche inerenti le parti strutturali si rimanda invece all'allegato fascicolo dei calcoli delle strutture portanti.

Clusone, maggio 2023

IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE

Dott. Ing. Gianfranco Lubrini

