

COMUNE DI ORISTANO

Assessorato ai Lavori Pubblici - Servizio Lavori Pubblici



RECUPERO E RICONVERSIONE FUNZIONALE DELL'EX COMPLESSO ENTE RISI

CIG: 69632900B1

CUP: H19J17000000001

PROGETTO DEFINITIVO PRIMO STRALCIO

COMMITTENTE:

COMUNE DI ORISTANO:

IL DIRIGENTE settore sviluppo del territorio Ing. Giuseppe Pinna

R.U.P. Dott. Agr. Stefano Cadoni

PROGETTISTI:

Arch. Rossella Sanna (Capogruppo)

VPS Architetti (Mandante)

Arch. Luca Putzolu (Mandante)



vps
architetti

VPS srl
Via Asproni, 40 - 09123 Cagliari



DESCRIZIONE ELABORATO:

Relazione delle strutture

ELABORATO:

09ST.Doc.01

SCALA:

AGG.:	DATA:	DESCRIZIONE:	AGG.:	DATA:	DESCRIZIONE:
01	20/06/2017	EMISSIONE			

COMUNE DI ORISTANO
Provincia di Oristano

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE SULLE STRUTTURE

Committente:

Progettisti:

La presente relazione specialistica costituisce parte integrante del progetto definitivo degli interventi strutturali da eseguirsi nell'ambito dei lavori di ristrutturazione e riqualificazione funzionale del complesso Ex Ente Risi, in Oristano.

Ai sensi di quanto previsto dall'**art.23** e successivi del D.Lgs. 18 Aprile 2016, n.50 "Codice dei contratti pubblici" ed all'**art.24** del D.P.R. 5 Ottobre 2010 n.207 e s.m.i., il progetto definitivo individua compiutamente i lavori da realizzare, nel rispetto delle esigenze, dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti dalla Stazione Appaltante e dal progetto di fattibilità.

Il progetto definitivo sviluppa gli elaborati grafici e descrittivi nonché i calcoli ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo.

La presente relazione fornisce i chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento, il rispetto del prescritto livello qualitativo, dei conseguenti costi e dei benefici attesi. In particolare la relazione, con specifico riferimento agli aspetti strutturali, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento:

- a) descrive, con espresso riferimento ai singoli punti della relazione illustrativa del progetto di fattibilità, i criteri utilizzati per le scelte progettuali, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti, nonché i criteri di progettazione delle strutture, in particolare per quanto riguarda la sicurezza;
- b) riferisce in merito a tutti gli aspetti riguardanti la geologia, la topografia, l'idrologia, le strutture e la geotecnica, meglio approfonditi nella relazione specifica costituente anch'essa parte integrante del progetto definitivo; in particolare riferisce di tutte le indagini e gli studi integrativi di quanto sviluppato in sede di progetto preliminare;
- g) attesta la rispondenza al progetto di fattibilità ed alle eventuali prescrizioni dettate in sede di approvazione dello stesso; contiene le motivazioni che hanno indotto il progettista ad apportare variazioni alle indicazioni contenute nel progetto preliminare;
- i) riferisce in merito ai criteri ed agli elaborati che dovranno comporre il progetto esecutivo.

Opere strutturali

Il progetto in argomento, stralcio funzionale del più ampio progetto di fattibilità esteso all'intero complesso, individua e definisce gli interventi di consolidamento / adeguamento strutturale da realizzare sul Corpo d'opera N.1, meglio individuato nella planimetria generale di inquadramento, finalizzati al recupero ed adeguamento statico dello stabile.

I suddetti interventi rispondono ai disposti normativi minimi previsti in ragione del cambio di destinazione d'uso e dell'incremento di carico su alcune porzioni di solaio di interpiano.

Si tratta in particolare di una palazzina articolata su due livelli complessivi fuori terra, con struttura portante in muratura e solai di interpiano e copertura di tipo latero cementizio.

Sono presenti inoltre due pilastri interni in conglomerato cementizio armato necessari per ridurre la luce libera di inflessione di una porzione del solaio di interpiano.

Nel corso dei sopralluoghi preliminari sono emerse le seguenti criticità strutturali, valutate sia in funzione delle condizioni di sicurezza attuali che di quelle potenzialmente derivanti dall'utilizzo futuro della struttura:

- marcati cedimenti differenziali del piano di calpestio degli ambienti al piano terra con formazione di avvallamenti e lesioni a livello della pavimentazione;
- marcato quadro fessurativo interessante pressoché tutte le tramezzature al piano terra;
- evidenti sconessioni tra tramezze e paramenti murari portanti con distacco sommitale delle prime dal soprastante solaio;
- fenomeni localizzati di ammaloramento del conglomerato cementizio armato in corrispondenza di alcune travature / cordolature di piano ed alcuni pilastri.

Si riassumono di seguito le principali attività di ricerca, indagine e verifica programmate e condotte sulla struttura in sede di progettazione definitiva, meglio dettagliate nelle specifiche relazioni costituenti parte integrante del progetto definitivo:

- acquisizione della documentazione progettuale disponibile;
- rilievo di dettaglio delle strutture portanti;
- analisi storica con particolare riferimento all'evoluzione temporale dell'impianto strutturale;
- analisi e verifica degli stati fessurativi, cinatismi e/o stati di degrado;
- verifica delle caratteristiche dimensionali delle principali membrature portanti in muratura e conglomerato cementizio armato;
- indagini in situ per l'ottenimento delle caratteristiche dei materiali ad uso strutturale con particolare riferimento alla determinazione preliminare della tipologia e tessitura delle murature portanti, della tipologia e quantità di armatura presente negli elementi in conglomerato cementizio armato (travi e pilastri principali), della tipologia e classe di resistenza del conglomerato cementizio impiegato per il confezionamento degli stessi, della tipologia e quantità di armatura presente nelle nervature portanti dei solai di interpiano e copertura;
- indagini in fondazione finalizzate alla caratterizzazione dei terreni di sedime ed alla determinazione delle caratteristiche tipologiche e geometriche dell'apparato fondale dell'opera (rif. relazione geologica e geotecnica);
- verifica preliminare del corretto dimensionamento dell'opera in relazione alle risultanze di cui ai punti precedenti ed all'utilizzo previsto, da condursi ai sensi di quanto disposto al cap. 8 del D.M. 14 / 01/ 2008 e relativa Circolare (valutazione della sicurezza);

A fronte delle indagini condotte, sopra elencate, si evidenzia la necessità in sede di progettazione esecutiva di dover condurre ulteriori indagini di dettaglio sulla struttura finalizzate ad approfondire aspetti e caratteristiche, non indispensabili in sede di progettazione definitiva ma determinanti per lo sviluppo esecutivo della progettazione degli interventi di rinforzo.

A fronte delle problematiche riscontrate si prevede la realizzazione dei seguenti interventi di consolidamento strutturale, meglio evidenziati negli elaborati grafici allegati:

- verifica mediante battitura di tutte le superfici di conglomerato cementizio armato e dell'intradosso dei solai latero cementizi, al fine di individuare eventuali porzioni di intonaco e /o copriferro in distacco a causa di ammaloramenti dell'elemento strutturale sottostante;
- interventi localizzati di ripristino volumetrico del conglomerato cementizio armato mediante demolizioni di tutte le parti friabili, incoerenti o in fase di distacco, spazzolatura manuale o meccanica delle armature ossidate con rimozione di tutte le parti copriferro anche leggermente ammalorate e sfarinanti, pulizia del sottofondo per eliminare polveri, tracce di olii grassi e disarmanti, riprofilatura mediante ripristino monolitico di sezioni in C.A. con trattamento delle armature con geomalta minerale strutturale tixotropica certificata EN 1504;
- rimozione dell'attuale pavimentazione, previa demolizione dei tramezzi, demolizione del massetto di sotto pavimentazione, scavo a sezione obbligata per un'altezza pari a circa 80cm, realizzazione di un magrone armato di ripartizione, sostituzione del precedente vespaio con uno nuovo areato costituito da elementi plastici delle dimensioni di (50 x 50 x h=60)cm con forma a cupola e scanalature incrociate atte a contenere i ferri di armatura, realizzazione di getto di riempimento e sovrastante cappa dello spessore di 5cm realizzata con calcestruzzo;
- rinforzo a flessione di travi mediante placcaggio costituito da una rete unidirezionale in fibre di PBO e da una matrice inorganica stabilizzata appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in calcestruzzo armato o con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS con geomalta minerale strutturale tixotropica certificata EN 1504;
- rinforzo a taglio di travi mediante placcaggio costituito da una rete unidirezionale in fibre di PBO e da una matrice inorganica stabilizzata appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in calcestruzzo armato o con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS con geomalta minerale strutturale tixotropica certificata EN 1504;
- rinforzo di pilastri mediante placcaggio costituito da una rete unidirezionale in fibre di PBO e da una matrice inorganica stabilizzata appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in calcestruzzo armato o con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS con geomalta minerale strutturale tixotropica certificata EN 1504;
- rinforzo di porzioni del solaio di copertura del piano terra mediante la realizzazione all'intradosso di un'orditura rompi tratta costituita da profilati in acciaio di sezioni commerciali appartenenti alle serie IPE, HEA e/o HEB, necessari prevalentemente a seguito della nuova organizzazione interna degli ambienti e delle nuove destinazioni d'uso, da realizzarsi ai sensi di quanto disposto al cap. 8 del D.M. 14 / 01/ 2008 e relativa Circolare.

Normativa tecnica di riferimento per le opere strutturali

La progettazione delle opere descritte verrà eseguita in ottemperanza alle vigenti norme e prescrizioni in materia strutturale:

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14/01/2008 - *Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (G.U.04/02/2008 n. 29, S.O. n. 30)*;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008 (bozza del 07/03/2008)*;
- Circolare del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009 , n. 617 - *Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 - (Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 - Suppl. Ordinario n.27)*;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 15 novembre 2011 - *(Gazzetta n. 270 del 19 novembre 2011)*.

e, per quanto di competenza e vigente, ma anche per costituire un utile panorama di riferimento:

- Legge dello Stato 05/11/1971 n.1086 - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica (G.U. 21.12.1971 n. 321)*;
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 14/02/1974 n. 11951 - *Applicazione delle norme sul cemento armato*;
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 25/01/1975 n. 13229 - *L'impiego di materiali con elevate caratteristiche di resistenza per cemento armato normale e precompresso*;
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 27/07/1985 - *Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*;
- Raccomandazioni CNR 10024/86 - *Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo*;
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 01/09/1987 n. 29010 - *Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - D.M.27/7/1985 Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare*;
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 20/11/1987 - *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento (S.O. alla G.U. 05.12.1987 n. 285)*;
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 03/12/1987 - *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate*;
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 - *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione (G.U. 01/06/1988 n. 127)*;
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 24/09/1988 n. 30483 - *Legge 2 febbraio 1974 n. 64, art. 1 - D.M. 11/03/1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione*;

- CNR-UNI 10011:1988 - *Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione*;
 - Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 14/02/1992 - *Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche* (S.O. alla G.U. 18/03/1992 n. 65);
 - Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 16/07/1992 n.36105 - *Legge 5-11-1971, n. 1086, D.M. 14-2-1992.*
- Acciai per cemento armato e da carpenteria;
- Decreto Presidente della Repubblica 21.04.1993 n. 246 – *Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione* (G.U. 22/07/1993 n. 170);
 - Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 24/06/1993 n. 37406/STC - Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale - *Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a.a normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 14-2-1992;*
 - Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996 - *Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche* (G.U. 05/02/1996 n. 29);
 - Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 16/01/1996 - *Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»* (G.U. 05/02/1996 n. 29);
 - Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 15/10/1996 n. 252 AA.GG./S.T.C. - *Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M. 9 gennaio 1996.* (n. 252 AA.GG./S.T.C) (S.O. alla G.U. 26/11/1996 n. 277);
 - Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 24/09/1998 n. 30483 – *Istruzioni per l'applicazione delle norme sui terreni e sulle fondazioni*;
 - Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 05/08/1999 - *Modificazioni al decreto ministeriale 9 gennaio 1996 contenente norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*;
 - Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 14/12/1999 n.346/STC - *Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20 - Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione*;
 - Circolare Ministero delle Attività Produttive 05/08/2004 – *Norme armonizzate in applicazione della direttiva 89/106/CE sui materiali da costruzione – Appendice ZA* (G.U. 14/09/2004 n. 216 – S.O. n. 152);
 - UNI EN 206-1:2006 - *Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità*;
 - Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 11/04/2007 – *Applicazione della direttiva n°89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita con D.P.R. 21/04/1993, n° 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati* (G.U. 19/04/2007 n. 91);

- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 23/11/2007 - *Dichiarazione di "grande evento" nel territorio nazionale in occasione delle celebrazioni per il 150° Anniversario dell'Unità d'Italia* (G.U. 03/12/2007 n.281);
- Linee Guida 20/03/2008 - *Linee guida per il coordinamento della sicurezza nella realizzazione delle Grandi Opere*;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, dicembre 1996;
- Linee guida per la produzione, il trasporto ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, marzo 2003;
- Linee guida su calcestruzzi strutturali ad alta resistenza ($75 \text{ N/mm}^2 < R_{ck} < 115 \text{ N/mm}^2$) - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale, luglio 2001;
- UNI EN 206-1:2006 - *Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità*;
- Legge dello Stato 02/02/1974 n. 64 - *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche* (G.U. 21/03/1974 n. 76);
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24/01/1986 - *Norme tecniche relative alle costruzioni antisismiche* (G.U. 12/05/1986 n. 108);
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 19/07/1986 n. 27690 - *D.M. 24-1-1986. Istruzioni relative alla normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica*;
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 16/01/1996 - *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche* (G.U. 05/02/1996 n. 29);
- Nota del Dipartimento Protezione Civile 04/06/2003 – Ufficio Servizio Sismico Nazionale - *Nota esplicativa dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica»* (G.U. 08/05/2003 n. 105);
- Decreto Presidenza del Consiglio dei Ministri 21/10/2003 – *Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 Marzo 2003, n. 3274, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica»*;
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 28/04/2006 n. 3519 – *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime* (G.U. 11/05/2006 n. 108);
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 03/05/2005 n. 3431 - *Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica»*. (G.U. 10/05/2005 n. 107 – S.O. n. 85);
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 02/10/2003 n. 3316 – *Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi*

elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica» (G.U. 10/10/2003 n. 236);

- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 20/03/2003 n. 3274 - *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica* (G.U. 08/05/2003 n. 105);

- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14/09/2005 - *Norme Tecniche per le Costruzioni (ex"Testo unico" delle Norme Tecniche per le Costruzioni)* (G.U. 23/09/2005 n. 222 – S.O. n. 159);

- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 28/04/2006 n. 3519 - *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone* (G.U. 11/05/2006 n. 108);

- Linee Guida 10/05/2006 - Dipartimento della Protezione Civile di concerto con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali - *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni;*

- Direttiva Presidente del Consiglio dei Ministri 12/10/2007 - *Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni* (G.U. 29/01/2008 n. 24);

Specifiche per i materiali ad uso strutturale -

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei materiali ad uso strutturali impiegati nella progettazione.

In relazione al fatto che si tratti di materiale esistente o di nuovo impianto le caratteristiche prestazionali riportate sono ricavate rispettivamente dalle risultanze delle indagini strutturali ad oggi effettuate o dalle schede tecniche /specifiche progettuali.

Calcestruzzo travi e pilastri esistenti:

Resistenza a compressione stimata 30 N/mm² - LC1

Acciaio di armatura (armature esistenti):

Acciaio in barre lisce tipo Aq42 - LC1

Muratura portante (esistente):

Blocchi di calcestruzzo, spessore 30-40cm, allettati con malta cementizia

Copriferro:

3cm (valutato all'intradosso delle travi)

2cm (valutato all'intradosso delle solette)

Acciaio per opere di carpenteria:

S235 Laminato a caldo con profili a sezione aperta (Rif. UNI EN 10025 - 2)

$t < 40\text{mm}$:

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 235 \text{ N / mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} = 360 \text{ N / mm}^2$

Bulloneria:

1) Vite + dado UNI15048 - 8.8 zincati

2) Rondella UNI5714 zincata

Fibre in PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo):

Caratteristiche della FIBRA IN PBO:

Resistenza a trazione: 5,8GPa

Modulo elastico: 270GPa

Densità di fibra: 1,56g/cm³

Allungamento a rottura: 2,5%

Caratteristiche della RETE UNIDIREZIONALE

TIPO RUREGOLD XT CALCESTRUZZO o similari:

Peso delle fibre PBO nella rete: 88g/mq

Spessore equivalente di tessuto secco in direzione dell'ordito: 0,056mm

Spessore equivalente di tessuto secco in direzione della trama: 0,00mm

Carico di rottura dell'ordito per unità di larghezza: 332KN/m

Carico di rottura della trama per unità di larghezza: 0KN/m

Peso della rete (supporto+fibre PBO): 146g/mq

Caratteristiche della MATRICE INORGANICA

TIPO RUREGOLD MX CALCESTRUZZO o similari:

Consistenza (UNI EN13395-1): 175mm

Peso specifico malta fresca (EN 1015-6)

Acqua di impasto per 100kg di RUREGOLD MX: 25-27litri

Resa: 1,40kg/mq/mm

Resistenza a compressione (UNI EN 196-1): 40,0MPa

Resistenza a flessione (UNI EN 196-1): 4,0MPa

Modulo elastico secante (UNI EN 13412): 12500MPa

Fibre di ACCIAIO galvanizzato Hardwire ad altissima resistenza di KERAKOLL o similari :

Caratteristiche del FILO:

Tensione caratteristica a trazione ofilo > 2900 MPa

Modulo elastico Efilo > 205 GPa

Area Afilo 0,1076 mm²

Caratteristiche del NASTRO SECCO/TREFOLO:

Trefolo 3x2 ottenuto unendo fra loro 5 filamenti, di cui 3 rettilinei e 2 in avvolgimento con elevato angolo di torsione

Area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) Atrefolo 0,538 mm²

N° trefoli/cm 1,57 trefoli/cm

Massa (comprensivo di termosaldatura) ≈ 670 g/m²

Spessore equivalente del nastro tnastro ≈ 0,084 mm

Carico di rottura a trazione di un trefolo > 1500 N

Resistenza a trazione del nastro σ_{nastro} > 2800 MPa

Resistenza a trazione per unità di lunghezza σ_{nastro} > 2,35 kN/cm

Modulo di elasticità normale del nastro Enastro > 190 GPa

Deformazione a rottura del nastro ϵ_{nastro} > 1,50%

Caratteristiche della MATRICE INORGANICA:

Geomalta minerale strutturale tixotropica certificata EN 1504

Temperature limite di applicazione da +5 °C a +40 °C

Spessore minimo 2 mm

Spessore massimo per strato 40 mm

Prestazioni secondo la norma EN 1504-7

Protezione dalla corrosione nessuna corrosione EN 15183

Adesione per taglio > 80% del valore della barra nuda EN 15184

Prestazioni secondo la norma EN 1504-3 classe R4 in condizioni CC e PCC

Resistenza a compressione > 15 MPa (a 24 h) / > 50 MPa (a 28 gg) EN 12190

Resistenza a trazione per flessione > 5 MPa (a 24 h) / > 9 MPa (a 28 gg) EN 196/1

Legame di aderenza a 28 gg > 2 MPa EN 1542

Resistenza alla carbonatazione specifica superata EN 13295

Modulo elastico a compressione a 28 gg 22 GPa in CC - 20 GPa in PCC EN 13412

Cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti > 2 MPa EN 13687-1

Assorbimento capillare < 0,5 kg·m⁻²·h^{-0,5} EN 13057

Contenuto ioni cloruro < 0,05% EN 1015-17

Prestazioni secondo la norma EN 1504-2 (C)

Permeabilità al vapore acqueo classe I: $sD < 5 \text{ m}$ EN ISO 7783-2

Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua $w < 0,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$ EN 1062-3

Forza di aderenza per trazione diretta $> 2 \text{ MPa}$ EN 1542

Ritiro lineare $< 0,3\%$ EN 12617-1

Conglomerati cementizi:

1. Leganti:

si impiegheranno esclusivamente leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia (L. 26/5/1965, n. 595 e s.m.i.);

2. Inerti:

naturali o di frantumazione, saranno costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco avranno dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature;

3. Acqua:

per gli impasti sarà limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non aggressiva;

4. Armature:

non si porranno in opera armature eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne menomino la resistenza o ricoperte da sostanze che possono ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato. La classe impiegata per l'acciaio ordinario è B450C per tutte le strutture. Per il solaio post-teso si utilizzerà armatura di precompressione del tipo trefolo compatto da 165 mmq, classe di resistenza 1860;

5. Impasti:

la distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto saranno adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua sarà il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, sarà scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L'impasto sarà fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. È previsto l'utilizzo della classe C25/30 (Rck 30N/mmq) per le strutture in fondazione.

Indirizzi e contenuti minimi richiesti per la successiva fase progettuale strutturale

Ai sensi di quanto disposto dall'art.35 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e dall'art.23 del D.Lgs. 18 Aprile 2016, n.50 "Codice dei contratti pubblici" e s.m.i., il progetto definitivo ed esecutivo dovranno

prevedere le medesime relazioni specialistiche, che illustrino puntualmente le indagini integrative, le soluzioni adottate e le eventuali modifiche rispetto al progetto di fattibilità.

Ai sensi di quanto disposto dall'**art.24** e successivi del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e dall'**art.23** del D.Lgs. 18 Aprile 2016, n.50 "Codice dei contratti pubblici" e s.m.i., in sede di progettazione definitiva la relazione sulle strutture deve descrivere le tipologie strutturali e gli schemi e modelli di calcolo. In zona sismica definisce l'azione sismica tenendo anche conto delle condizioni stratigrafiche e topografiche, coerentemente con i risultati delle indagini e delle elaborazioni riportate nella relazione geotecnica.

Definisce i criteri di verifica da adottare per soddisfare i requisiti di sicurezza previsti dalla normativa tecnica vigente, per la costruzione delle nuove opere o per gli interventi sulle opere esistenti.

Per tali ultimi interventi la relazione sulle strutture è integrata da una specifica relazione inerente la valutazione dello stato di fatto dell'immobile, basata su adeguate indagini relative ai materiali ed alle strutture, che pervenga a valutare la sicurezza del manufatto anche in relazione allo stato di eventuali dissesti.

I calcoli delle strutture e degli impianti devono consentire di determinare tutti gli elementi dimensionali, dimostrandone la piena compatibilità con l'aspetto architettonico ed impiantistico e più in generale con tutti gli altri aspetti del progetto.

Comprendono i criteri di impostazione del calcolo, le azioni, i criteri di verifica e la definizione degli elementi strutturali principali che interferiscono con l'aspetto architettonico e con le altre categorie di opere.

Nell'osservanza delle normative vigenti, dovranno essere eseguiti con l'ausilio di idonei programmi informatici e consentiranno la definizione ed il dimensionamento delle stesse in ogni loro aspetto generale e particolare, in modo da escludere la necessità di variazioni in corso di esecuzione.

La progettazione definitiva ed esecutiva delle strutture sarà effettuata unitamente alla progettazione definitiva ed esecutiva delle opere civili al fine di prevedere esattamente ingombri, passaggi, cavedi, sedi, attraversamenti e simili e di ottimizzare le fasi di realizzazione.

I calcoli delle strutture saranno inoltre accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentiranno una agevole lettura e verificabilità.

Il progetto definitivo strutturale comprende i seguenti elaborati grafici e descrittivi:

- a) Stato attuale: pianta fili fissi paramenti murari e pilastri piani terra e primo;
- b) Stato attuale: pianta fili fissi solaio di calpestio piano primo e solaio di copertura piano primo;
- c) Stato attuale: sezioni verticali longitudinale e trasversale A-A e B-B;
- d) Stato di progetto: pianta fili fissi paramenti murari e pilastri piani terra e primo;
- e) Stato di progetto: pianta fili fissi solaio di calpestio piano primo e solaio di copertura piano primo;
- f) Stato di progetto: sezioni verticali longitudinale e trasversale A-A e B-B;
- g) Stato di progetto: indicazione degli interventi strutturali di rinforzo e/o adeguamento statico.

- h) Relazione tecnica ed illustrativa;
- i) Relazione sulle indagini strutturali.

Sicurezza e prestazioni attese

Principi fondamentali:

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle vigenti norme.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale, intendendo per Stato limite la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

In particolare, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- *sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)*: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)*: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- *robustezza nei confronti di azioni eccezionali*: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

La durabilità, definita come conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture, proprietà essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera, deve essere garantita attraverso una opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione.

I prodotti ed i componenti utilizzati per le opere strutturali devono essere chiaramente identificati in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche indispensabili alla valutazione della sicurezza e dotati di idonea qualificazione.

I materiali ed i prodotti, per poter essere utilizzati nelle opere ad uso strutturale, devono essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di accettazione definite nelle parti specifiche delle vigenti norme in materia di sicurezza strutturale.

La fornitura di componenti, sistemi o prodotti, impiegati per fini strutturali, deve essere accompagnata da un manuale di installazione e di manutenzione da allegare alla documentazione dell'opera. I componenti, sistemi e prodotti, edili od impiantistici, non facenti parte del complesso strutturale, ma che svolgono funzione statica autonoma, devono essere progettati ed installati nel rispetto dei livelli di sicurezza e delle prestazioni di seguito prescritti.

Le azioni da prendere in conto devono essere assunte in accordo con quanto stabilito nei relativi capitoli delle vigenti norme.

Verifiche:

Le opere strutturali devono essere verificate:

a) per gli **stati limite ultimi** che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni;

b) per gli **stati limite di esercizio** definiti in relazione alle prestazioni attese.

Le verifiche di sicurezza delle opere devono essere contenute nei documenti di progetto, con riferimento alle prescritte caratteristiche meccaniche dei materiali e alla caratterizzazione geotecnica del terreno, dedotta in base a specifiche indagini.

Per le opere per le quali nel corso dei lavori si dovessero manifestare situazioni significativamente difformi da quelle di progetto occorrerà effettuare le relative necessarie verifiche.

Valutazione della sicurezza:

Per la valutazione della sicurezza delle costruzioni si devono adottare criteri probabilistici scientificamente comprovati. Nel seguito sono normati i criteri del **metodo semiprobabilistico agli stati limite** basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza, applicabili nella generalità dei casi.

Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici, R_{ki} e F_{kj} definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$ delle azioni.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e γ_{Fj} , associati rispettivamente al materiale i -esimo e all'azione j -esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

Vita nominale:

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale assunta per le opere in progetto è pari a **50anni**, corrispondente a quella

per opere di tipo 2 del D.M. 14/01/2008 " Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale"

Classe d'uso:

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

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 D.M. 5 novembre 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 classe assunta per le opere in progetto è la **Classe II**.

Periodo di riferimento per l'azione sismica:

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab.2.4.II del D.M. 14/01/2008. Nel caso delle opere in oggetto il periodo di riferimento è assunto pari a: **50anni**

Azioni sulla costruzione:

Le verifiche prestazionali delle strutture sono state condotte nei riguardi delle seguenti azioni, conformemente a quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 e relativa Circolare Esplicativa n.617 del 02/02/2009:

- *pesi propri degli elementi strutturali:* per la determinazione dei pesi propri strutturali dei materiali impiegati sono stati assunti i valori dei pesi dell'unità di volume riportati nella Tab.3.1.I. del D.M. 14/01/2008;

- *carichi permanenti non strutturali:* sono stati considerati carichi permanenti non strutturali i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione, quali quelli relativi a tamponature

esterne, divisori interni, massetti, isolamenti, pavimenti e rivestimenti del piano di calpestio, intonaci, controsoffitti, impianti ed altro;

- *carichi variabili*: i carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/mq];
- carichi verticali concentrati Q_k [kN];
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m].

I valori nominali e/o caratteristici q_k , Q_k ed H_k sono riportati nella Tab. 3.1.II. Tali valori sono comprensivi degli effetti dinamici ordinari, purché non vi sia rischio di risonanza delle strutture.

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici. Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	5,00	5,00	3,00
D	Ambienti ad uso commerciale. Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale. Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	Rimesse e parcheggi. Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
	Coperture e sottotetti Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 — —	1,00 — —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati ** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

- *azione sismica*: le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, sono state definite a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 del D.M. 14/01/2008), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PV_R , come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4.

In allegato alle N.T.C. 2008, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio considerati nel presente intervento sono:

- **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi considerati nel presente intervento sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva Tab. 3.2.I.

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a</i>

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione sarà effettuata in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. La condizione topografica assunta, individuata tra quelle di cui alla tabella 3.2.IV è la **T1** "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ "

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Ai fini delle presenti norme l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Nel caso specifico, trattandosi di **sito ricadente in zona 4**, ai sensi di quanto prescritto dalla norma, non verrà considerata la componente verticale.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

L'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali;

- *azione del vento*: il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al § 3.3.3 del D.M 14/01/2008. Peraltro, per le costruzioni di forma o tipologia inusuale, oppure di grande altezza o lunghezza, o di rilevante snellezza e leggerezza, o di notevole flessibilità e ridotte capacità dissipative, il vento può dare luogo ad effetti la cui valutazione richiede l'uso di metodologie di calcolo e sperimentali adeguate allo stato dell'arte e che tengano conto della dinamica del sistema azioni.

Nel caso in studio, in relazione al corpo d'opera oggetto di analisi, le azioni del vento saranno tenute in debita considerazione o meno, in ragione del fatto che i loro effetti possano avere influenze statiche di rilievo sulla base della posizione, dimensione, forma e tipologia del corpo d'opera.

Per la valutazione dell'azione del vento si farà riferimento a quanto prescritto nel D.M.14/01/2008, par. 3.3 che definisce le seguenti grandezze ed al quale si rimanda per la definizione analitica compiuta delle stesse:

a) velocità di riferimento: la velocità di riferimento v_b è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni. Nel caso specifico, tenuto conto che la zona di appartenenza dell'intervento è la **Zona 6** (Sardegna - zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena) e che l'altitudine del sito sul livello del mare (in m) è pari a circa 10m, è stata assunta una velocità di riferimento pari a **2800cm/s**;

b) pressione cinetica di riferimento q_b , assunta sulla base di quanto indicato al paragrafo 3.3.6, pari a **49daN/mq**;

c) coefficiente di esposizione c_e : il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per la valutazione del coefficiente di esposizione si è fatto riferimento ad una categoria di **esposizione II**, derivante da una **classe di rugosità del terreno B** ed una distanza dalla costa inferiore a 10km;

d) coefficiente di forma c_p : è il coefficiente aerodinamico, funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore è stato ricavato da dati suffragati da documentazione di comprovata validità (Circolare 4 Luglio 1996 n.156) con particolare riferimento alla determinazione delle azioni di sollevamento sulle falde sopravvento e sottovento;

e) coefficiente dinamico c_d : tiene in conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità sperimentali in galleria del vento. Nel caso specifico è stato assunto pari a **1**.

Determinate le grandezze sopra descritte, la pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b c_e c_p c_d$$

- *azione della temperatura*: si è tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione che comporteranno variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di **15° C**.

Nel calcolo delle azioni termiche, si è tenuto conto di più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura, la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti, le temperature dell'aria esterne (Cfr. § 3.5.2), dell'aria interna (Cfr. § 3.5.3).

La distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) è stata assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2008;

- *azione della neve*: Il carico provocato dalla neve sulle coperture, ove presente, è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa (Cfr. §3.3.7 D.M. 14/01/2008):

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times C_t$$

in cui si ha:

q_s = carico neve sulla copertura;

μ_i = coefficiente di forma della copertura, fornito al (Cfr. § 3.4.5);

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/mq], fornito al (Cfr. § 3.4.2) delle N.T.C. 2008 per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E = coefficiente di esposizione di cui al (Cfr. § 3.4.3);

C_t = coefficiente termico di cui al (Cfr. § 3.4.4).

Si riportano di seguito i dati di ingresso utilizzati per la determinazione delle grandezze sopra elencate:

- Zona geografica: III

- Altitudine del sito: 10m s.l.m.m.

- Tipo di esposizione: normale - coefficiente di esposizione 1

- Coefficiente termico: 1

- Carico di neve al suolo q_{sk} : 60daN/mq

- Coefficiente di forma: variabile in funzione della pendenza e della conformazione della copertura.

I coefficienti assunti sono stati ricavati da dati suffragati da documentazione di comprovata validità (D.M. 14/01/2008, par. 3.4.5 e Circolare 4 Luglio 1996 n.156, par.6.2 "coefficienti di forma per il carico neve")

Determinate le grandezze sopra descritte, il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

Si rimanda alle relazioni di dettaglio per la definizione numerica del carico specifico dovuto alla neve assunto per le verifiche di sicurezza di ciascun corpo d'opera.

- *azioni eccezionali*: sono quelle che si presentano in occasione di eventi quali incendi, esplosioni ed urti. Quando è necessario tenerne conto esplicito, si considererà la combinazione eccezionale di azioni di cui al § 2.5.3 del D.M. 14/01/2008.

Quando non si effettuano verifiche specifiche nei confronti delle azioni eccezionali, quali esplosioni, urti, ecc., la concezione strutturale, i dettagli costruttivi ed i materiali usati dovranno essere tali da evitare che la struttura possa essere danneggiata in misura sproporzionata rispetto alla causa.

- *incendio*: al fine di limitare i rischi derivanti dagli incendi, le costruzioni devono essere progettate e costruite in modo tale da garantire la resistenza e la stabilità degli elementi portanti e limitare la propagazione del fuoco e dei fumi secondo quanto previsto dalle normative antincendio. Gli obiettivi suddetti, sono raggiunti attraverso l'adozione di misure e sistemi di protezione attiva e passiva. Tutti i sistemi di protezione dovranno essere adeguatamente mantenuti. Le prestazioni richieste alle strutture di una costruzione, in funzione degli obiettivi sopra definiti, sono individuate in termini di livello nella tabella 3.5.IV

Tabella 3.5.IV – Livelli di prestazione in caso di incendi

Livello I	Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze del collasso delle strutture siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile;
Livello II	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco delle strutture per un periodo sufficiente a garantire l'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione;
Livello III	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco delle strutture per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza;
Livello IV	Requisiti di resistenza al fuoco delle strutture per garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento delle strutture stesse;
Livello V	Requisiti di resistenza al fuoco delle strutture per garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità delle strutture stesse.

I livelli di prestazione comportano classi di resistenza al fuoco, stabilite per i diversi tipi di costruzioni. In particolare, per le costruzioni nelle quali si svolgono attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, ovvero disciplinate da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi, i livelli di prestazione e le connesse classi di resistenza al fuoco sono stabiliti dalle disposizioni emanate dal Ministero dell'Interno ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica del 29 luglio 1982, n. 577 e successive modificazioni e integrazioni.

Le classi di resistenza al fuoco sono: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 e 360 ed esprimono il tempo, in minuti primi, durante il quale la resistenza al fuoco deve essere garantita.

Le classi di resistenza al fuoco sono riferite all'incendio convenzionale rappresentato dalle curve di incendio nominali.

La sicurezza del sistema strutturale in caso di incendio si determina sulla base della resistenza al fuoco dei singoli elementi strutturali, di porzioni di struttura o dell'intero sistema costruttivo.

L'analisi della resistenza al fuoco può essere così articolata:

- individuazione dell'incendio di progetto appropriato alla costruzione in esame;

- analisi della evoluzione della temperatura all'interno degli elementi strutturali;
- analisi del comportamento meccanico delle strutture esposte al fuoco;
- verifiche di sicurezza.

Rimandando ai capitoli specifici per lo sviluppo degli aspetti di dettaglio, ci si limita a dire in tal sede che la verifica della resistenza al fuoco sarà eseguita controllando che la resistenza meccanica venisse mantenuta per il tempo corrispondente alla classe di resistenza al fuoco della struttura con riferimento alla curva nominale di incendio.

Nel caso in oggetto, in relazione alla destinazione d'uso prevista ed alle caratteristiche distributive interne, è stato valutato che le strutture portanti dei corpi d'opera n.1, 2, 4, 5 debbano possedere una caratteristica di resistenza al fuoco non inferiore a **R60**, da confermarsi eventualmente nei successivi livelli di progettazione, da assicurare eventualmente anche mediante interventi specifici sulle membrature esposte.

Combinazione di calcolo delle Azioni:

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M.14/01/2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2008. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (vedi § 3.2 formula 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (vedi § 3.6 formula 2.5.6).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G2 (pesi propri di tutti gli elementi non strutturali).

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza da impiegare per le combinazioni, γ_{Gi} e γ_{Qi} sono forniti in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
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

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni (form. 3.2.16 delle N.T.C. 2008).

Degrado:

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

Tolleranze:

Nel calcolo si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991- EN206- EN 1992-2005:

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3);
- per dimensioni ≤ 150 mm, tolleranza ± 5 mm
- per dimensioni ≤ 400 mm, tolleranza ± 15 mm
- per dimensioni ≥ 2500 mm, tolleranza ± 30 mm

Per i valori intermedi è possibile interpolare linearmente.

Durabilità:

Per garantire la durabilità della struttura sono stati presi in considerazione opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino

tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture.

La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14/01/2008 e relative Istruzioni.

Prestazioni attese al collaudo:

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 14/01/2008.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle le azioni pari a quelle di esercizio.