

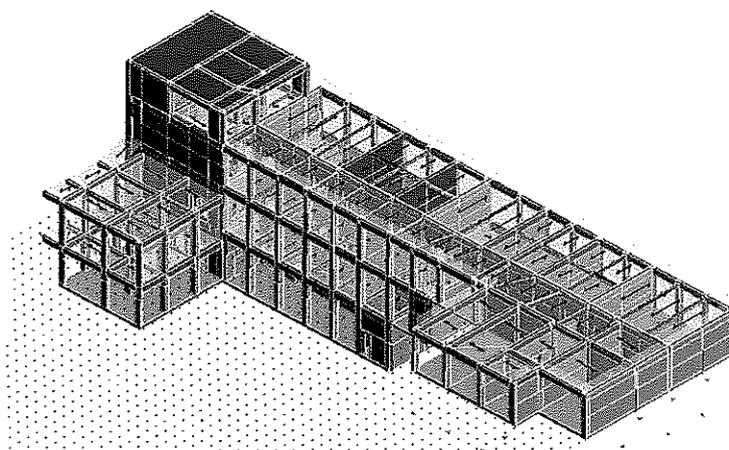


Indice generale

RELAZIONE GENERALE.....	2
• DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA	2
• TIPOLOGIA COSTRUTTIVA E LIVELLO DI CONOSCENZA	4
• TIPOLOGIA E PARAMETRI MECCANICI DELLE MURATURE E DEGLI ELEMENTI IN C.A.....	5
• DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO	8
• INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA	9
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
REFERENZE TECNICHE (CAP. 12 D.M. 14.01.2008)	9
MISURA DELLA SICUREZZA	9
MODELLI DI CALCOLO.....	10
• AZIONI SULLA COSTRUZIONE	11
AZIONI AMBIENTALI E NATURALI.....	11
DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE.....	12
AZIONE SISMICA	13
AZIONI DOVUTE AL VENTO	14
AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA.....	14
NEVE	14
AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI.....	14
COMBINAZIONI DI CALCOLO	14
COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....	15
• TOLLERANZE.....	16
• DURABILITÀ.....	16
• PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO	17
TIPO ANALISI SVOLTA	17
ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	19
VALIDAZIONE DEI CODICI.....	20
PRESENTAZIONE SINTETICA DEI RISULTATI.....	20
INFORMAZIONI SULL' ELABORAZIONE.....	21
GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA'	22
RELAZIONI MATERIALI.....	23

RELAZIONE GENERALE

OGGETTO: PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER L'ADEGUAMENTO ALLE NORME VIGENTI IN MATERIA DI AGIBILITA', SICUREZZA DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI, IGIENE ED ELIMINAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE, NEL PLESSO SCOLASTICO "VITTORINO DA FELTRE", SITO NELLA VIA CAPPUCCINI DEL COMUNE DI TAORMINA (ME).



Per una immediata comprensione delle condizioni sismiche, si riporta il seguente:

RIEPILOGO PARAMETRI SISMICI

Vita Nominale	50
Classe d'Uso	2
Categoria del Suolo	C
Categoria Topografica	1.2
Latitudine del sito oggetto di edificazione	37.82895
Longitudine del sito oggetto di edificazione	15.26451

• DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Il complesso strutturale della Scuola "Vittorino da Feltre", è costituito da un organismo edilizio esistente, piuttosto complesso ed articolato, frutto non di un'unica realizzazione, bensì ottenuto da diversi ampliamenti, in pianta ed in altezza, avvenuti nel corso degli anni, e sino a giungere alla attuale configurazione.

Nella sua interezza, lo stesso si presenta con forti irregolarità sia in pianta che in altezza, oltre ad essere stato realizzato con una pluralità di tecniche costruttive e materiali impiegati, che vanno dalle murature in pietrame sino i telai in cemento armato.

Nell'anno 2004, a seguito di alcune verifiche, il plesso scolastico è stato oggetto della Ordinanza Sindacale n.209 del 05/11/2004, che ne ha disposto lo sgombero, e dell'Ordinanza Sindacale n.237 del 09/12/2004, che ne ha disposto il trasferimento presso altro istituto comunale. E' stata mantenuta l'attività scolastica, soltanto in una ridotta porzione dell'immobile, ove attualmente si svolge l'attività della scuola materna e la quale non rientra pertanto nell'ambito degli immobili interessati dalle Ordinanze di cui sopra.

L'edificio presenta planimetricamente una forma ad "U" ed è evidenziato nello stralcio di mappa satellitare che qui si allega per chiarezza espositiva:



Ai fini descrittivi, pur essendo l'immobile allo stato attuale costituito da un unico organismo strutturale continuo, risulta agevole considerare lo stesso, come composto da tre porzioni distinte, corrispondenti nella realtà ai tre segmenti rettilinei che costituiscono in pianta l'edificio. Distingueremo pertanto:

- l'ALA OVEST, attualmente non utilizzata in quanto soggetta alle ordinanze di sgombero e trasferimento dell'attività presso altra sede;
- l'ALA SUD, anch'essa attualmente non utilizzata in quanto soggetta alle ordinanze di sgombero e trasferimento dell'attività presso altra sede;
- l'ALA EST, attualmente utilizzata per l'attività scolastica della scuola materna e non oggetto pertanto delle ordinanze di cui sopra;

Per come meglio si dirà nel seguito, la presente progettazione di adeguamento sismico, riguarda unicamente l'ALA SUD del plesso, e ciò si rende possibile in quanto gli interventi progettuali prevedono anche opere di separazione dei tre organismi sopra elencati mediante la

creazione di giunti tecnici di separazione opportune dimensionati e con la conseguenziale necessità di prevedere le opportune opere necessarie a sostegno, salvaguardia e protezione dei giunti eseguiti.

In realtà, dalle analisi dirette ed accertamenti effettuati sui luoghi, si è potuto constatare con grande probabilità, le posizioni di inserimento progettuale dei giunti tecnici, coincidono con le zone di contatto di porzioni di ampliamento che si sono aggiunte sistematicamente nel corso del tempo.

Le scelte di separazione operato hanno comunque la finalità di poter ridurre le accentuate irregolarità in pianta dell'intero plesso, in maniera da avere almeno delle strutture maggiormente controllabili sotto il profilo del comportamento sotto l'effetto delle azioni gravitazionali e sismiche.

Per tutto quanto sopra rappresentato e premesso, si specifica che le presenti calcolazioni sono riferite esclusivamente all'ALA SUD del plesso scolastico, la quale, per l'interposizione dei giunti tecnici, rappresenta un organismo funzionale in quanto dotato di autonomia strutturale.

Gli interventi di adeguamento previsti, consistono essenzialmente in:

- aumento della capacità portante dei pilastri attraverso incremento della sezione resistente ed apporto di nuove armature (cerchiatura);
- collegamento dei pilastri in fondazione attraverso la realizzazione di platee e/o collegamenti diretti;
- aumento della capacità portante dei solai di piano attraverso la posa di travi in acciaio all'intradosso degli stessi, opportunamente collegate ai pilastri;
- posa in opera di rinforzi in FRP al fine di incrementare la capacità di resistenza al taglio delle travi in cemento armato;
- posa in opera di rinforzi in FRP, all'intradosso dei travetti dei solai in cemento armato al fine di incrementarne la capacità portante;
- consolidamento delle pareti murarie mediante apposizione su entrambe le facce di rete elettrosaldata opportunamente collegata ed applicazione di calcestruzzo di ricoprimento ed inspessimento;
- realizzazione di porzioni ex novo di telai in c.a. e solai in laterocemento.
- realizzazione di setti di irrigidimento in cemento armato o poroton;
- realizzazione di cerchiature di aperture, con portali in acciaio.

• **TIPOLOGIA COSTRUTTIVA E LIVELLO DI CONOSCENZA**

Per quanto attiene alla caratterizzazione dei materiali costituenti l'immobile oggetto di

adeguamento, si fa presente che già nell'anno 2004, l'amministrazione comunale aveva commissionato delle indagini strutturali, diffuse su tutto l'edificio, che hanno avuto la finalità di attestare la resistenza dei diversi materiali costituenti la struttura.

L'elaborato con cui sono stati relazionati e rapportati i test eseguiti e le relative resistenze che si sono ottenute, acclarata l'importanza ai fini della presente di tale documento, risulta allegato al presente progetto per costituirne parte integrante e sostanziale.

Pur con la presenza di tali importanti elementi di caratterizzazione, in quanto costituenti dati fondamentali per la costruzione di un modello di calcolo che sia realmente rappresentativo della struttura in esame, sulla base delle indicazioni fornite dalla normativa in merito al numero e tipologia delle prove da eseguire, in rapporto a quelle effettivamente eseguite, si è comunque osservato che le stesse permettevano in ogni caso di operare con un livello di conoscenza LC1, il cui corrispondente fattore di confidenza è FC è pari a 1.35.

L'edificio presenta struttura mista in muratura e cemento armato. Si dispongono in tal senso di carotaggi effettuati sugli elementi in calcestruzzo e prove di trazione sulle armature presenti. Sono state inoltre eseguite delle prove con martinetti piatti per attestare la resistenza delle murature.

• TIPOLOGIA E PARAMETRI MECCANICI DELLE MURATURE E DEGLI ELEMENTI IN C.A.

A partire dal livello di conoscenza che si è scelto di utilizzare, avendo la necessità di dotarsi di una caratterizzazione dei materiali, si è proceduto a tale necessità utilizzando la tabella C8A.2.1 e relative resistenze (valore minimo degli intervalli riportati in tabella per la tipologia considerata) e moduli elastici (valori medi degli intervalli riportati in tabella).

Inoltre visto che le murature presenti hanno migliori caratteristiche meccaniche, rispetto a quelle individuate nella tabella suddetta, nonché per il consolidamento delle stesse mediante l'inserimento di rete elettrosaldata e malta cementizia, si è ritenuto opportuno incrementare tali caratteristiche mediante coefficienti correttivi individuati nella tabella C8A.2.2.

Per quanto riguarda invece gli elementi strutturali in c.a, per come sopra riportato, dalla campagna di indagini eseguita dalla Tecno Consulting S.r.l. e riportate nel "Rapporto di prova del 14/10/2004", si evince che:

- La resistenza del cls da utilizzare, vista la variabilità dei dati e considerato inoltre che lo stesso calcestruzzo, per come si dirà in seguito, subirà una sorta di confinamento, è stata scelta come la media fra le resistenze registrate. A partire dalla resistenza cubica, e secondo le usuali relazioni che consentono di ottenere la resistenza cilindrica, e quindi la resistenza media in sito (vedi espressione 11.2.2 del cap. 11.2.10.1 delle NTC 2008), ottenuto come media delle resistenze ottenute dalle prove, vale $f_{cm,situ} = 190 \text{ Kg/cm}^2$;
- La resistenza dell'acciaio per cls, di tipo liscio, da utilizzare ottenuto come media delle

Relazione Generale

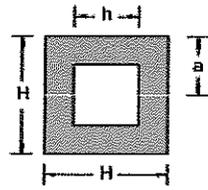
resistenze a snervamento vale invece $f_{ym} = 4093 \text{ kg/cm}^2$

I valori suddetti sono stati utilizzati solo per le travi in c.a.. Per i pilastri, in ragione delle operazioni di cerchiatura (previa apposizione di nuove armature esterne comprese staffe con acciaio B 450 C) con calcestruzzo di elevata resistenza (non inferiore a R_{ck} 350) si è utilizzato un valore medio delle resistenza del calcestruzzo, specificatamente R_{ck} 250, derivante dalla duplice presenza di un nucleo costituente il calcestruzzo esistente e da una cortina esterna costituita da un calcestruzzo con caratteristiche elevate.

La scelta della resistenza suddetta è ottenuta mediante una media ponderata tra resistenza del nucleo centrale più scadente e l'incamiciatura esterna di nuova realizzazione.

In particolare il valore della resistenza media del pilastro comprensivo di cerchiatura esterna è stato ricavato con le seguenti formule, utilizzando due distinti criteri basati il primo su una proporzionalità legata alle aree delle sezioni dei calcestruzzi presenti, il secondo legato ad una proporzionalità fra i momenti di inerzia delle sezioni dei calcestruzzi presenti. Le operazioni di cerchiatura prevedono una preventiva eliminazione di tutto il copriferro del pilastro ed una successiva cerchiatura con staffe ed armature longitudinali, garantendo un ricoprimento con un minimo di inspessimento pari a cm 5 per lato. In realtà è opportuno osservare che il reale apporto di calcestruzzo nuovo, riguarda certamente uno spessore maggior rispetto ai 5 cm considerato in quanto la sezione non viene unicamente ingrossata, ma per come anzidetto viene preventivamente scorticata di tutto il copriferro, potendo pertanto asserire che certamente la cerchiatura esterna sarà verosimilmente costituita dai 5 cm considerati nel calcolo con in aggiunta tutto lo spessore attualmente occupato dal copriferro e che risulta avere un'ordine di grandezza di circa 3 cm. Per ragioni di sicurezza operativa lavoriamo comunque con una ipotesi di apporto di soli 5 cm di rinforzo esterno.

da sezione 40x40 → 50x50

Sezione	Area della sezione A	Distanza dal baricentro a	Momento di inerzia J	Modulo di resistenza W
	cm ²	cm	cm ⁴	cm ³
	$H^2 - h^2$	$\frac{H}{2}$	$\frac{H^4 - h^4}{12}$	$\frac{H^4 - h^4}{6H}$

$$1) f_{ck,A} = \frac{A_i \cdot f_{cmi} + A_{est} \cdot f_{cm,new}}{A_{TOT}} \approx 172 \text{ Kg/cm}^2$$

Relazione Generale

$A_i = (40 \times 40) = 1600 \text{ cm}^2 =$ sezione cls esistente

$A_{est} = (50 \times 50) - (40 \times 40) = 900 \text{ cm}^2 =$ sezione camicia nuova realizzazione pilastro spessore dello spessore di 5 cm

$A_{TOT} = 50 \times 50 = 2500 \text{ cm}^2 =$ area complessiva della sezione rinforzata

$f_{ck,Esist} = 110,9 \text{ Kg/cm}^2 =$ resistenza a compressione cls esistente

$f_{ck,New} = 280 \text{ Kg/cm}^2 =$ resistenza a compressione cls camicia (C28/35)

$$2) \quad f_{ck,J} = J \frac{J_i \cdot f_{cmi} + J_{est} \cdot f_{cm,new}}{A_{TOT}} \approx 211 \text{ Kg/cm}^2$$

$J_i = 213333,33 \text{ cm}^4 =$ momento di inerzia sezione pilastro esistente

$J_{est} = 307500 \text{ cm}^4 =$ momento di inerzia dell'incamiciatura nuova realizzazione

$J_{TOT} = 520833,33 \text{ cm}^4 =$ momento di inerzia complessivo della sezione rinforzata

$f_{ck,Esist} = 110,9 \text{ Kg/cm}^2 =$ resistenza a compressione cls esistente

$f_{ck,New} = 280 \text{ Kg/cm}^2 =$ resistenza a compressione cls camicia (C28/35)

Analogamente considerando che la sezione dei pilastri esistenti all'ultimo piano è pari a cm 30x30 e che dopo il rinforzo con camicia raggiunge le dimensioni di 40x40 si ottengono:

da sezione 30x30 → 40x40

$$f_{ck,A} = \frac{A_i \cdot f_{cmi} + A_{est} \cdot f_{cm,new}}{A_{TOT}} \approx 184,8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{ck,J} = J \frac{J_i \cdot f_{cmi} + J_{est} \cdot f_{cm,new}}{A_{TOT}} \approx 226,5 \text{ Kg/cm}^2$$

Per tale motivo come unico valore è stato utilizzato un valore medio pari ad $f_{ck} = 200 \text{ Kg/cm}^2$ ovvero corrispondente ad una classe di cls pari ad C20/25.

Si precisa inoltre che per la determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo medio si è trascurata anche la presenza delle armature longitudinali esistenti che attraverso omogeneizzazione della sezione (con n=15) avrebbero fornito certamente importanti contributi alla resistenza dell'elemento complessivo dovuti all'incremento geometrico della sezione (area della sezione omogeneizzata).

Inoltre occorre tenere presente che i dati afferenti al calcestruzzo esistente non tengono in alcun modo del fatto che la creazione della cerchiatura esterna genera nei riguardi dell'elemento interno un effetto di confinamento che produce notevoli miglioramenti nei riguarda della resistenza (si pensi alle prove di schiacci manto di un calcestruzzo non confinato rispetto al caso in cui lo stesso è confinato), incrementato l'area del cls e pertanto le resistenze prima ottenute.

In alcune zone del fabbricato, laddove ciò era auspicabile ed economicamente conveniente, e

sono stati aggiunti dei nuovi pilastri e travi in c.a. nonché ulteriori travi in acciaio e setti in c.a. (per come si evince dagli elaborati grafici, e rappresentati di colore rosso), in luogo del consolidamento degli elementi esistenti.

Per quanto riguarda i materiali costituenti questi nuovi elementi strutturali inseriti si è utilizzata classe cls C25/30 e acciaio per cls B450C, mentre per l'acciaio da carpenteria si è optato per la tipologia S275. Per i rinforzi in FRP si adotteranno elementi con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle utilizzate nel calcolo e desumibili dai tabulati facenti parte integrante del presente progetto.

Nelle tabelle successive si riportano gli indici di rischio ottenuti nelle calcolazioni di adeguamento sia per SLD che SLV. Tali valori, per come richiesto ai fini dell'attestazione circa il superamento delle verifiche, risultano tutti maggiori dell'unità.

• **DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO**

L'opera oggetto di progettazione strutturale ricade nel territorio comunale di Taormina, in provincia di Messina; l'area analizzata è ubicata ad una quota di circa 250 metri s.l.m.

L'area in esame è situata sui "Monti di Taormina", zona che presenta una geomorfologia particolare dettata dagli eventi tettonici succedutisi nelle diverse ere tettoniche. La zona puntualmente è caratterizzata da un consistente spessore di riempimento da moderatamente addensato ad addensato, cosituato da una commistione di elementi lapidei eterometrici, cocci di cotto e sabbia limosa.

Per la caratterizzazione geotecnica si è fatto riferimento alle indagini geognostiche e studio geologico - tecnico redatti dal Geologo Dott. Carmelo Garufi, costituenti parte integrante del presente progetto ed a cui si rimanda per una maggiore esplicitazione degli aspetti afferenti la geologia del sito.

L'esatta individuazione del sito è riportata nei grafici di progetto.

Ai fini della caratterizzazione del terreno con parametri fisico-meccanici, in via cautelativi, si sono adottati i seguenti parametri:

coesione = 0 t/mq

peso specifico = 1.95 t/mc

angolo d'attrito = 30°

• **INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA**

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M 14/01/2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 14.01.2008)

- UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 1995-1 - Costruzioni in legno
UNI EN 1998-1 - Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
UNI EN 1998-5 - Fondazioni ed opere di sostegno

MISURA DELLA SICUREZZA

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E..

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali. Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 14/01/2008 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella

durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni;

la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;

robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

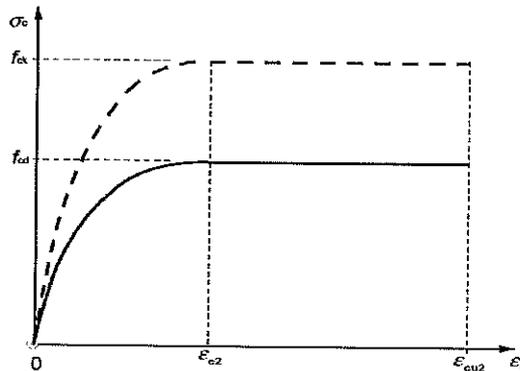
MODELLI DI CALCOLO

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 14/01/2008.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 14/01/08 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



Legame costitutivo di progetto parabolarettangolo per il calcestruzzo.

Il valore ϵ_{cu2} nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.

Relazione Generale

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

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

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 14/01/2008 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 14/01/08 e dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 14/01/2008 in funzione della destinazione d'uso. 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/m²]
- carichi verticali concentrati Q_k [kN]
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

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

Categ.	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

Relazione Generale

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 sporte relative tribune	5,00	5,00	3,00
D	Ambienti ad uso commerciale.			
	Cat. D1 – Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 – Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie	5,00	5,00	2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.			
	Cat. E1 – Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	> 6,00	6,00	1,00*
	Cat. E2 – Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	-	-	-
F – G	Rimesse e parcheggi.			
	Cat. F – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN, da valutarsi caso per caso	-	-	-
H	Coperture e sottotetti.			
	Cat. H1 – Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50	1,20	1,00
	Cat. H2 – Coperture praticabili	Secondo categoria di appartenenza		
	Cat. H3 – Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	-	-	-
* 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				

I valori nominali e/o caratteristici q_k , Q_k ed H_k di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2008. In presenza di carichi verticali concentrati Q_k essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

AZIONE SISMICA

Ai fini delle N.T.C. 2008 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.

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.

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

AZIONI DOVUTE AL VENTO

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del D.M. 14/01/08 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617. Si precisa che tali azioni hanno valenza significativa in caso di strutture di elevata snellezza e con determinate caratteristiche tipologiche come ad esempio le strutture in acciaio.

AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

E' stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano 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) e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) viene assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2008.

NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture, ove presente, è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (\text{Cfr. §3.3.7})$$

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/m^2], 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).

AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI

Nel caso delle spinte del terrapieno sulle pareti di cantinato (ove questo fosse presente), in sede di valutazione di tali carichi, (a condizione che non ci sia grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica), è stata adottata una sola tipologia di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

COMBINAZIONI DI CALCOLO

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 (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 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 G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

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 già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2008.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti $\psi_2 j$ sono riportati nella Tabella 2.5.I.

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.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2008 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

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

Relazione Generale

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

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2008 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

• TOLLERANZE

Nelle calcolazioni 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 ± 5 mm
Per dimensioni $= 400$ mm ± 15 mm
Per dimensioni ≥ 2500 mm ± 30 mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

• DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese 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. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

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.

Tipo Analisi svolta

- Tipo di analisi e motivazione

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.

Per quanto riguarda le azioni simiche, tenendo conto che per tali azioni si vogliono determinare le prestazioni in termini di capacità in spostamento e di danno per i vari stati limite previsti dalla norma si è reso necessario effettuare un insieme di analisi statiche non lineari incrementali modellando esplicitamente le caratteristiche non lineari degli elementi strutturali.

- Metodo di risoluzione della struttura

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. La presenza di eventuali orizzontamenti e' stata tenuta in conto o con vincoli cinematici rigidi o con modellazione della soletta con elementi SHELL. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

In particolare, il modello di calcolo ha tenuto conto dell'interazione suolo-struttura schematizzando le fondazioni superficiali (con elementi plinto, trave o piastra) come elementi su suolo elastico alla Winkler.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

- Metodo di verifica sezionale

Le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 14.01.2008.

Per le verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed acciaio sono stati utilizzati i seguenti legami:

Legame parabola rettangolo per il cls

Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio

- Combinazioni di carico adottate

Relazione Generale

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, sono state considerate le combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC 2008, per i seguenti casi di carico:

SLO	NO
SLD	SI
SLV	SI
SLC	NO
Combinazione Rara	NO
Combinazione frequente	NO
Combinazione quasi permanente	NO
SLU terreno A1 – Approccio 1/ Approccio 2	SI
SLU terreno A2 – Approccio 1	SI

- Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico

Il sottoscritto progettista ha verificato che le combinazioni prese in considerazione per il calcolo sono sufficienti a garantire il soddisfacimento delle prestazioni sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio.

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono infatti in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti dal DM2008 per le prestazioni di SLU ed SLE.

In particolare per le azioni sismiche si sono considerati i percorsi di carico di tipo affine come descritti precedentemente. Tale insieme di percorsi di carico risultano scelti in modo da avere informazioni adeguate sulla risposta non lineare della struttura in tutte le direzioni ed in tutte le condizioni, ovvero sia nello stato integro che nello stato finale vicino al collasso.

Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2014
Nro Licenza	21803

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri

95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

- ***Affidabilità dei codici utilizzati***

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>

Relazione Generale

Validazione dei codici

L'opera in esame non e' di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista

Presentazione sintetica dei risultati

Una sintesi del comportamento della struttura e' consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in coda alla presente relazione in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti piu' sollecitate della struttura in esame.

Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (12) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	100
Y	100
Z	0

Tabellina Riassuntiva degli Spostamenti SLO/SLD

Stato limite	Status Verifica
SLO	NON CALCOLATO
SLD	VERIFICATO

Tabellina riassuntiva delle PushOver

Numero PushOver	PgaSLO/Pga81%	PgaSLD/Pga63%	PgaSLV/Pga10%	PgaSLC/Pga5%
1	0	3.531	1.453	0
2	0	3.283	1.374	0
3	0	2.566	1.055	0
4	0	2.441	1.004	0
5	0	2.761	1.136	0
6	0	2.928	1.204	0
7	0	2.962	1.218	0
8	0	2.835	1.166	0
9	0	2.723	1.12	0
10	0	4.45	1.831	0
11	0	2.56	1.053	0
12	0	2.443	1.005	0
13	0	2.509	1.032	0
14	0	3.884	1.598	0
15	0	2.962	1.218	0
16	0	2.826	1.163	0
Min. PgaSL/Pga%	0	2.441	1.004	0

NOTA: (-Fragili)=Non sono stati determinati i valori per meccanismi fragili

Informazioni sull' elaborazione

Il software e' dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilita' o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell' indice di condizionamento.

Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.

Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventuali anomalie sfuggite all' autodiagnostica automatica.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che si riportano nel seguito, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

Giudizio motivato di accettabilita'

Il software utilizzato ha permesso di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.

Si è inoltre riscontrato che le reazioni vincolari sono in equilibrio con i carichi applicati, e che i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche sono confrontabili con gli omologhi valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Sono state inoltre individuate un numero di travi ritenute significative e, per tali elementi, e' stata effettuata una apposita verifica a flessione e taglio.

Le sollecitazioni fornite dal solutore per tali travi, per le combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del CDSWin, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione delle dette travi, secondo quanto meglio descritto nel calcolo semplificato, allegato alla presente relazione.

Si sono infine eseguite le verifiche di tali travi con metodologie semplificate e, confrontandole con le analoghe verifiche prodotte in automatico dal programma, si e' potuto riscontrare la congruenza di tali risultati con i valori riportati dal software.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato tutte esito positivo.

Da quanto sopra esposto si puo' quindi affermare che il calcolo e' andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato e' risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

RELAZIONI MATERIALI

CALCESTRUZZO

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO DA NTC 2008

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150x150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1:2001 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1: 2006) e del requisito di durabilità delle opere.

La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. Nelle presenti norme la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati come specificato al § 11.2.4, eseguite a 28 giorni di maturazione. Si dovrà tener conto degli effetti prodotti da eventuali processi accelerati di maturazione. In tal caso potranno essere indicati altri tempi di maturazione a cui riferire le misure di resistenza ed il corrispondente valore caratteristico.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure.

COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

Leganti

Nelle opere oggetto delle presenti norme devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe ed altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di

idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella Tab. 11.2.II. delle NTC 2008.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III delle NTC 2008, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Nelle prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV delle NTC 2008. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Il progetto, nelle apposite prescrizioni, potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005, al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati.

Aggiunte

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

Additivi

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN1008: 2003.

Miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzo

In assenza di specifica norma armonizzata europea, il produttore di miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzi, cui sia da aggiungere in cantiere l'acqua di impasto, deve documentare per ogni componente utilizzato la conformità alla relativa norma armonizzata europea.

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 delle NTC 2008 e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11 delle NTC 2008.

Acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli: f_y nom 450 N/mm² - f_t nom 540 N/mm².

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib delle NTC 2008:

Acciaio per cemento armato B450A

L'acciaio per cemento armato B450A, caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella Tab.11.3.Ic. delle NTC 2008.

Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7 delle NTC 2008.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti vale quanto indicato al § 11.3.1.4 delle NTC 2008.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5 delle NTC 2008.

Relazione Generale

Le barre sono caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

Gli acciai B450C, di cui al § 11.3.2.1 delle NTC 2008, possono essere impiegati in barre di diametro compreso tra 6 e 40 mm.

Per gli acciai B450A, di cui al § 11.3.2.2 delle NTC 2008 il diametro delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

ACCIAIO DA CARPENTERIA

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati, vedi 11.3.4.1 delle NTC 2008).

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

Modulo elastico E	210.000	N/mm ²
Modulo di elasticità trasversale G	$E/[2(1+\nu)]$	N/mm ²
Coefficiente di poisson ν	0,3	
Densità ρ	7850	Kg/m ³
Coefficiente di dilatazione termica α	$12 \cdot 10^{-6}$	°C ⁻¹

Sempre in sede di progettazione, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} , riportate di seguito in funzione del tipo di acciaio utilizzato:

Tipo acciaio($t < 40\text{mm}$)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{tk} (N/mm ²)
S235	235	360
S275 (*)	275	430
S355	355	510
S450	450	550

(*) tipo di acciaio utilizzato

RINFORZO IN FRP

CARATTERISTICHE VALORE TIPICO

Colore Nero

Densità fib [g/cm³] ρ 1,8

Modulo elastico a trazione Efib [GPa] 230

Tensione di rottura a trazione del filato ffib [MPa] 4800

Allungamento a rottura fib [%] ϵ 1,9

