ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI LATINA

AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI NTC 2018 : COSA È CAMBIATO

NUOVE NTC 2018: LE PRINCIPALI NOVITA' INTRODOTTE DAL DM 17 GENNAIO 2018

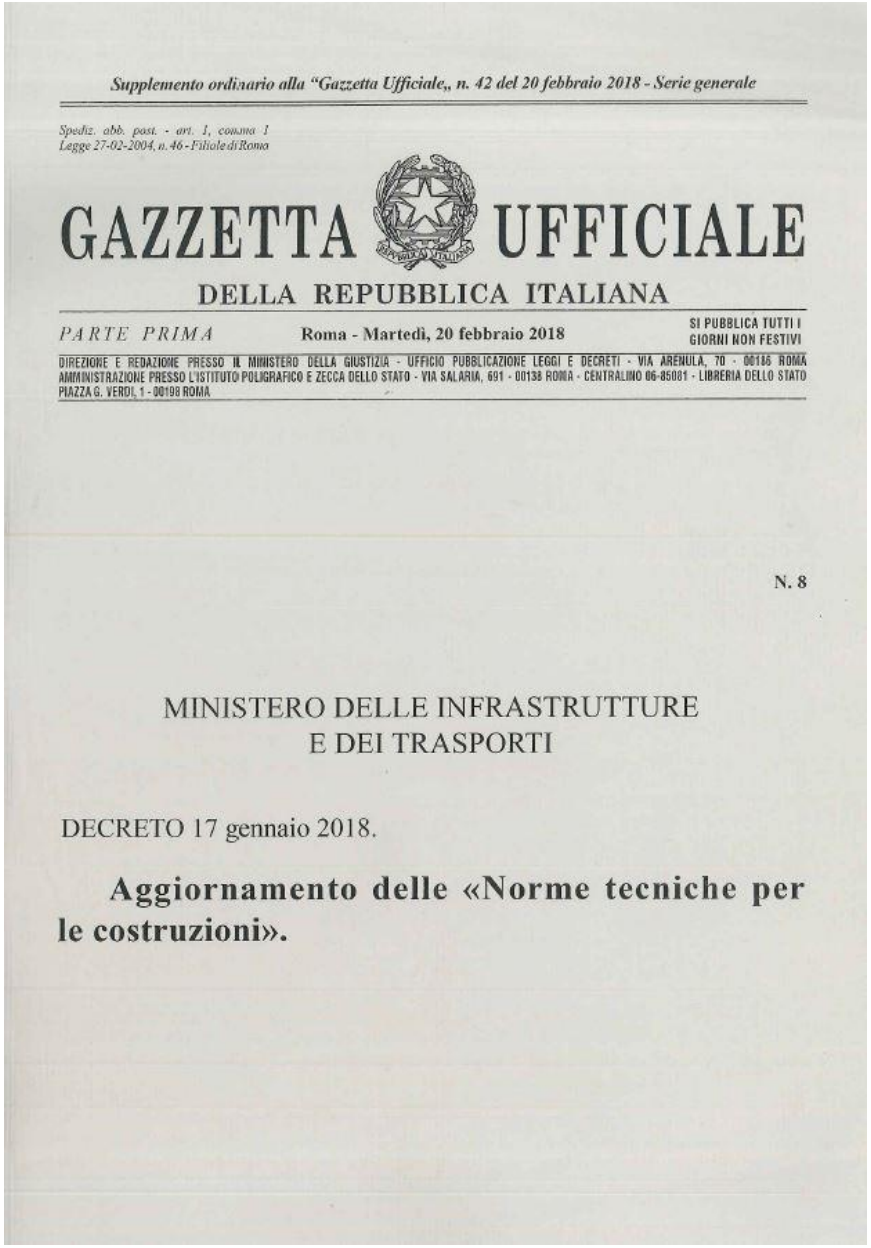
Priverno (LT), 22 maggio 2018

GIOVANNI CARDINALE

Vice Presidente CNI

CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI

1. NTC 2018 E BOZZA DELLA CIRCOLARE APPLICATIVA



Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale

Spediz. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Martedì, 20 febbraio 2018 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA, 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 691 - 00138 ROMA - CENTRALINO 06-85081 - LIBRERIA DELLO STATO PIAZZA G. VERDI, 1 - 00198 ROMA

N. 8

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

DECRETO 17 gennaio 2018.

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

Art. 2.

Ambito di applicazione e disposizioni transitorie

1. Nell'ambito di applicazione del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, per le opere pubbliche o di pubblica utilità in corso di esecuzione, per i contratti pubblici di lavori già affidati, nonché per i progetti definitivi o esecutivi già affidati prima della data di entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui all'art. 1, si possono continuare ad applicare le previgenti norme tecniche per le costruzioni fino all'ultimazione dei lavori ed al collaudo statico degli stessi. Con riferimento alla seconda e alla terza fattispecie del precedente periodo, detta facoltà è esercitabile solo nel caso in cui la consegna dei lavori avvenga entro cinque anni dalla data di entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui all'art. 1. Con riferimento alla terza fattispecie di cui sopra, detta facoltà è esercitabile solo nel caso di progetti redatti secondo le norme tecniche di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

2. Per le opere private le cui opere strutturali siano in corso di esecuzione o per le quali sia già stato depositato il progetto esecutivo, ai sensi delle vigenti disposizioni, presso i competenti uffici prima della data di entrata in vigore delle Norme tecniche per le costruzioni di cui all'art. 1, si possono continuare ad applicare le previgenti Norme tecniche per le costruzioni fino all'ultimazione dei lavori ed al collaudo statico degli stessi.

Art. 3.

Entrata in vigore

1. Le norme tecniche di cui all'art. 1 entrano in vigore trenta giorni dopo la pubblicazione del presente decreto nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Il presente decreto ed i relativi allegati sono pubblicati nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, 17 gennaio 2018

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE L'AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

1. INTRODUZIONE

Nella Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20.02.2018, S.O. n.8, è stato pubblicato l'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvato con Decreto Ministeriale del 17.01.2018, che entrerà in vigore 30 giorni dopo la suddetta pubblicazione, il 22 marzo 2018.

Questo aggiornamento, a conclusione del lungo iter tecnico ed amministrativo previsto dalla Legge, positivamente licenziato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. il 14 novembre 2014 ed a cui è seguito il concerto del Ministero dell'Interno e del Dip.to della Protezione Civile, il parere del C.N.R., l'intesa della Conferenza Stato-Regioni e le previste consultazioni Comunitarie, si pone in continuità con le precedenti Norme tecniche per le Costruzioni del 2008 (D.M. 14.01.2008), riconfermandone l'impostazione concettuale e metodologica.

Rispetto alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, il testo normativo è stato comunque parzialmente rivisto, integrato ed aggiornato nei contenuti specifici, sia in relazione all'evoluzione tecnico-scientifica del settore delle costruzioni, sia a seguito dell'aggiornamento delle disposizioni dell'Unione Europea sulla libera circolazione dei prodotti da costruzione (Regolamento UE n. 305/2011 del 9 marzo 2011), sia nella prospettiva di una sempre maggiore integrazione delle norme nazionali con i documenti normativi europei e con gli Eurocodici.

CIRCOLARE C.S.LL.PP. DEL 20.03.2018

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

Per molti aspetti, il testo normativo è stato semplificato e chiarito, anche a seguito dell'impatto determinato dall'applicazione concreta delle norme tecniche nei diversi contesti operativi, dal mondo della produzione di materiali e componenti strutturali, al settore della progettazione e realizzazione delle opere, agli ambiti istituzionali preposti alla verifica di conformità dei progetti ed al controllo di qualità di prodotto e di processo. Da tali settori istituzionali, professionali e produttivi, infatti, fin dall'emanazione delle Norme tecniche per le costruzioni del 2005 - nonostante l'indubbia semplificazione apportata dalle NTC del 2008 rispetto al testo precedente - era stata espressa una forte domanda di ulteriore semplificazione, snellimento e maggiore operatività delle NTC, anche al fine di agevolarne il rispetto e la pratica applicazione.

Rispetto alle NTC 2008, si sono riscritte intere parti delle norme per renderne più chiaro il contenuto, è stata apportata una maggiore uniformazione terminologica e lessicale, sono stati eliminati alcuni refusi redazionali sia nelle formule che nel testo, sono stati aggiornati i riferimenti normativi e si è altresì proceduto ad una riorganizzazione complessiva delle norme, al fine di facilitarne la leggibilità.

Sono state, inoltre, inserite importanti innovazioni nel campo dell'ingegneria antisismica e per gli interventi sugli edifici esistenti, ambiti di grandissima importanza per il Paese.

Si rappresenta, infine, che le norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17.01.2018 saranno pienamente applicabili dal trentesimo giorno dalla pubblicazione in G.U.R.I., indipendentemente dalla emanazione della relativa Circolare riportante le relative istruzioni applicative. In merito a quanto riportato nel seguito del presente documento, nelle more dell'emanazione della nuova Circolare, in lavorazione presso questo Consesso, si potranno seguire le indicazioni riportate nella precedente Circolare, per quanto non in contrasto con quanto riportato nel nuovo DM 17.01.2018.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

2. ATTIVITA' ISTRUTTORIE DI COMPETENZA DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

In merito alle attività autorizzative e di qualificazione di competenza del Servizio Tecnico Centrale (STC), la continuità con le precedenti Norme Tecniche per le Costruzioni è del tutto evidente. L'impostazione generale del Cap.11, infatti, e dei conseguenti procedimenti in carico al Servizio, non ha subito significative modifiche e variazioni.

Pertanto, principio generale adottato dal STC sarà, ove possibile e salvo i casi particolari e le eventuali precisazioni evidenziate nel seguito, che le procedure fin qui adottate dallo stesso Servizio, ed i relativi provvedimenti autorizzativi e/o di qualificazione già emanati ai sensi del D.M. 14.01.2008 ed in corso di validità, rimangano validi fino alla naturale scadenza, per essere poi rinnovati ai sensi del D.M. 17.01.2018.

In generale, pertanto, gli operatori economici destinatari delle attività istruttorie del Servizio Tecnico Centrale non dovranno richiedere la riemissione dei relativi atti autorizzativi e/o di qualificazione ai sensi del nuovo D.M. 17.01.2018, fatto salvo, si ribadisce, quanto di seguito indicato nel particolare per le diverse aree di competenza.

Scopo del presente documento è, quindi, fornire, agli operatori economici destinatari dei provvedimenti autorizzativi e/o di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, prime indicazioni per l'applicazione del nuovo D.M. 17.01.2018 e l'impatto dello stesso sulle istruttorie del Servizio Tecnico Centrale e sulle attività degli operatori economici stessi.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

2.1 Organismi di valutazione e verifica della costanza della prestazione dei prodotti da costruzione destinati alle opere di ingegneria strutturale e geotecnica [Reg.(UE) n. 305/2011, D.Lgs. 106/2017 art.16]

Nessun impatto consegue dall'entrata in vigore del D.M. 17.01.2018 su questa attività, regolata da norme sovranazionali, quali il Regolamento (UE) n. 305/2011, e dal relativo provvedimento attuativo nazionale (D.Lgs. 106/2017).

2.2 Laboratori per la certificazione di prove sui materiali da costruzione, di prove geotecniche sui terreni, sulle rocce ed in situ [art. 59, c.2, DPR 380/01, NTC, Circolari del Presidente del Consiglio Superiore dei LL.PP. 7617 e 7618 del 2010]

2.2.1 Aspetti Comuni

Permangono validi, fino alla già prevista scadenza, i decreti autorizzativi finora rilasciati dal STC. Al primo rinnovo, e comunque alla prima occasione utile, verranno emessi Decreti autorizzativi ai sensi del D.M. 17.01.2018.

I Laboratori hanno comunque l'obbligo di adeguare le proprie procedure ed attività a quanto riportato nel DM 17.01.2018. Ciò sarà verificato dal STC nell'ambito della propria ordinaria attività di vigilanza e comunque in sede di rinnovo.

Dal 22.03.2017 i Laboratori effettueranno prove e rilasceranno certificati ai sensi del D.M. 17.01.2018.

2.2.2 Laboratori per la certificazione di prove sui materiali da costruzione

Oltre a quanto sopra riportato, per i Laboratori autorizzati alla effettuazione e certificazione delle prove sui materiali da costruzione (Circ. 7617/2010 STC), si applica quanto di seguito indicato in relazione ad alcune novità introdotte dalle NTC.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

Prelievo dei Campioni dalla struttura

§ 8.4.2. Costruzioni Esistenti – Caratterizzazione meccanica dei materiali, §§11.2.2 e 11.2.6 Controlli di qualità sul calcestruzzo – Carotaggi.

Il § 8.4.2 delle NTC18, in merito alle prove per la caratterizzazione dei materiali ai fini della valutazione degli edifici esistenti, introduce la nuova disposizione per cui: "*Per le prove di cui alla Circolare 08 settembre 2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o interazioni*[1]*, il prelievo dei campioni dalla struttura e l'esecuzione delle prove stesse devono essere effettuate a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001.*"

Sulla base di analogo principio, §11.2.2 delle NTC18, in merito alle prove di accettazione in cantiere sul calcestruzzo, stabilisce che "*Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi di cui al punto 11.2.6, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001*".

Innanzitutto si chiarisce che, evidentemente, tali disposizioni si applicano soltanto alle prove *distruttive* da effettuarsi, e certificarsi, in applicazione della citata Circolare 7167/STC del 2010, e nulla ha a che vedere con eventuali *prove non distruttive* da effettuarsi sulla struttura esistente, di cui al Cap.8 delle NTC, o in fase di accettazione da parte del Direttore dei Lavori, quando si verifichino i casi di cui al §11.2.6 delle stesse NTC. Si evidenzia, inoltre, che dette *prove non distruttive* non rientrano fra le prove complementari di cui al §11.2.7 delle stesse NTC.

A riguardo si evidenzia come la norma stabilisca che il prelievo dei campioni per le prove distruttive di cui alla Circ.7617/STC, possa essere effettuato soltanto da un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/01. In merito ai laboratori autorizzati, di cui al comma 2 del suddetto articolo 59 del DPR 380/01, questo Servizio, nelle more della revisione della Circolare sopracitata e dell'eventuale istituzione di uno specifico regime autorizzativo per il prelievo dei campioni sulle strutture, ritiene che la suddetta attività di prelievo possa, in questa fase di prima applicazione, essere effettuata dai Laboratori prove materiali autorizzati sulla base della Circolare 7617/STC, esplicitamente citata al §8.4.2 delle NTC18, senza necessità di ulteriori istanze da parte del Laboratorio e/o specifiche autorizzazioni dal parte del STC.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

Tali laboratori hanno comunque l'obbligo di garantire adeguate strumentazioni, organizzazione, procedure, personale e competenze, nel rispetto delle norme di riferimento applicabili. Il STC verificherà l'idoneità di tali elementi nell'ambito delle proprie attività di vigilanza, e comunque alla prima richiesta di rinnovo dell'autorizzazione ove dovrà essere data evidenza di quanto sopra. Il prelievo dovrà essere effettuato direttamente dal Laboratorio, mediante sperimentatori (eventualmente all'uopo specificatamente indicati) inclusi nel proprio organigramma e comunicato al STC, cui il laboratorio dovrà garantire, conservandone evidenza ai fini dei controlli del STC, l'adeguato grado di competenza anche mediante formazione specifica e documentabile, dimostrabile in occasione di future visite ispettive da parte di questo STC e comunque in sede di inclusione di nuovo personale nell'elenco comunicato al STC, di indicazione di personale all'uopo incaricato o di rinnovo dell'autorizzazione.

Ai fini della certificazione delle conseguenti prove i Laboratori daranno evidenza, nel verbale di accettazione dei campioni e nel certificato di prova stesso, della conformità dell'avvenuto prelievo a quanto disposto dal §8.4.2 o dal §11.2.2 delle NTC18; diversamente i campioni non potranno essere accettati ai fini dell'attività di certificazione ufficiale del Laboratorio.

Particolari prescrizioni per il prelievo, la prova e la certificazione

Il § 11.2.5.3 delle NTC18 ribadisce che: "*Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*".

"*La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.*", diversamente pertanto il Laboratorio non accetterà i relativi campioni.

[1] Leggasi, ovviamente, "integrazioni" in luogo di "interazioni".

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

Le NTC18 dispongono, inoltre, che: "*Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.*". In questo caso il Laboratorio accetterà e sottoporrà a prova il materiale ed emetterà il relativo certificato, in cui sarà chiaramente indicato, in maniera evidente, visibile e non ambigua per i campioni eventualmente provati oltre il 45° giorno dalla data del prelievo, risultante dal verbale di prelievo redatto dal Direttore dei Lavori, che "*ai sensi del §11.2.5.3 del D.M. 17.01.2018 le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera*", dandone anche comunicazione al Committente dell'opera e/o, per le Opere Pubbliche, alla stazione appaltante.

Il §11.2.4 delle NTC18 prevede altresì che: "*La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo. Il prelievo non viene accettato se la differenza fra i valori di resistenza dei due provini supera il 20% del valore inferiore; in tal caso si applicano le procedure di cui al §11.2.5.3.*". In questo caso il Laboratorio emetterà il relativo certificato, in cui sarà chiaramente indicato, in maniera evidente, visibile e non ambigua per i campioni per cui la suddetta differenza superi il 20% del valore inferiore, che "*ai sensi del §11.2.4 del D.M. 17.01.2018 i risultati non sono impiegabili per i controlli di accettazione di cui al §11.2.5 del D.M. 17.01.2018 e che pertanto dovranno applicarsi le procedure di cui al §11.2.5.3, ultimi tre capoversi, dello stesso D.M. 17.01.2018*", dandone anche comunicazione al Committente dell'opera e/o, per le Opere Pubbliche, alla stazione appaltante.

Si rappresenta, infine, che nello spirito di quanto riportato ai §§ 11.2.5.3 ed 11.3.2.12, I laboratori devono conservare i campioni, di calcestruzzo, acciaio o altro materiale, sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità, e non più per i venti giorni precedentemente previsti.

Ovviamente il non rispetto di quanto sopra riportato, oltre che di quanto riportato nella Circolare 7617/STC, nella normativa tecnica per le costruzioni e nella nota Circolare STC n. 4179 del 19.06.2014, costituiscono non conformità rilevabili dal STC in sede di vigilanza.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

2.3 Organismi di certificazione del controllo di produzione negli stabilimenti di produzione del calcestruzzo confezionato con processo industrializzato [NTC, Istruzioni operative di cui al Decreto PCSLP n. 2013 del 08.07.2015];

Non essendo modificati i criteri posti alla base delle autorizzazioni, riportati nelle Istruzioni operative di cui al D.P.C.S.L.P. n. 2013 del 08.07.2015 (che si intendono in vigore anche ai sensi del D.M. 17.01.2018), permangono validi, fino alla già prevista scadenza, i decreti autorizzativi finora rilasciati dal STC ai sensi del D.M. 14.01.2008. Al primo rinnovo, e comunque alla prima occasione utile, verranno emessi Decreti autorizzativi ai sensi del D.M. 17.01.2018.

Gli Organismi hanno comunque l'obbligo di adeguare le proprie procedure ed attività a quanto riportato nel DM 17.01.2018. Ciò sarà verificato, nell'ambito della propria ordinaria attività di vigilanza, e comunque in sede di rinnovo, dal STC.

I certificati emessi dagli Organismi successivamente alla data di entrata in vigore delle NTC 2018, dovranno necessariamente fare riferimento alle stesse.

Per i certificati già emessi secondo le NTC 2008 si ritiene necessario il relativo aggiornamento alle NTC 2018 solo nei seguenti casi:

- su specifica richiesta da parte del Fabbricante, d'ufficio, senza necessità di nuove valutazioni, mediante nuova emissione del certificato;
- previa effettuazione delle necessarie valutazioni di cui al § 3 delle Istruzioni Operative, quando siano significativamente modificate le condizioni di produzione o il controllo della produzione di fabbrica e quindi sia necessaria la riemissione del certificato in considerazione del § 3.3.4 delle stesse Istruzioni Operative;
- d'ufficio e senza oneri per il fabbricante, entro un anno dalla data di entrata in vigore delle NTC 2018, dopo l'effettuazione della prevista sorveglianza annuale.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

L'Organismo, nel corso dell'anno successivo alla data di entrata in vigore delle NTC18, può in ogni caso, di sua iniziativa, d'ufficio e senza oneri per il fabbricante, aggiornare il Certificato riemettendolo con riferimento alle NTC18.

Nei suddetti casi di riemissione del certificato, sul certificato stesso verrà citato il precedente certificato soggetto a riemissione. Fino all'emanazione dei nuovi certificati, i certificati precedentemente emessi ai sensi del DM 14.01.2008 si intendono validi anche ai sensi del DM 17.01.2018.

2.4 Produzione di acciai per cemento armato normale e precompresso e di acciai per strutture metalliche

2.4.1 Aspetti Comuni

§ 11.3.1.3. Mantenimento e rinnovo della qualificazione

- Ai fini del mantenimento della qualificazione l'invio della documentazione è, ora, annuale, non più semestrale, come previsto nella precedente versione delle NTC. La trasmissione della documentazione può essere utilmente effettuata tramite PEC all'indirizzo della prima Divisione Tecnica: *cslp.div-tecnica1@pec.mit.gov.it.*
- E' stato eliminato l'obbligo dell'ispezione del laboratorio anche in caso di sospensione della produzione. Conseguentemente in caso di sospensione della produzione dell'acciaierie, possono sospendersi anche le ispezioni periodiche del laboratorio.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

2.4.2 Acciaio per calcestruzzo armato (§11.3.2)

Permangono validi, fino alla già prevista scadenza, gli attestati di qualificazione finora rilasciati dal STC. Al primo rinnovo, e comunque alla prima occasione utile, verranno emessi attestati ai sensi del D.M. 17.01.2018.

I fabbricanti hanno comunque l'obbligo di adeguare le proprie procedure ed attività a quanto riportato nel DM 17.01.2018. Ciò sarà verificato, nell'ambito della propria ordinaria attività di vigilanza e comunque in sede di rinnovo, dal STC.

- *11.3.2.5.1 - Identificazione delle reti e dei tralicci elettrosaldati.* E' stato introdotto l'obbligo di impiego esclusivo di materiale base qualificato, pertanto il STC, previo apposita comunicazione al fabbricante, avvierà le procedure di revisione ed, eventuale, ritiro degli attestati che si riferiscono alla produzione di reti e tralicci realizzati con materiale base non qualificato.
- *11.3.2.10.1.4 - Prove periodiche di verifica della qualità (Controlli in stabilimento di barre e rotoli).* Ai fini della verifica periodica, "*... il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando 3 serie di 5 campioni di barre di uno stesso diametro, ...*". A riguardo si precisa che per "*barre di uno stesso diametro e proveniente da una stessa colata*" si intende riferirsi ai 5 campioni di una serie.
- *11.3.2.10.4 - Prove di aderenza*. I valori minimi richiesti di f_r e f_p per i rotoli sono aumentati (vedi tab. 11.3.VIb), pertanto questo STC ritiene opportuno che, ai fini del mantenimento della qualificazione, per ciascun prodotto con Attestato in corso di validità, il laboratorio incaricato, nel corso della primo controllo trimestrale utile, debba controllare i valori degli indici di aderenza ed inviare al STC il relativo certificato di prova. Qualora siano riscontrati valori inferiori ai minimi richiesti, contestualmente all'invio del certificato di prova deve essere allegata una relazione del produttore che riferisca in termini di modalità e tempi per ottemperare ai nuovi requisiti.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

2.4.3 Acciaio per calcestruzzo armato precompresso (§11.3.3)

Le nuove NTC 2018 per i prodotti di acciaio destinati all'impiego per il calcestruzzo armato precompresso hanno introdotto numerosi nuovi requisiti, tanto che questo Servizio ritiene sia necessario attivare una procedura di adeguamento della qualificazione.

Pertanto, ciascun produttore in possesso di attestato di qualificazione in corso di validità, entro 3 mesi dall'entrata in vigore delle NTC2018 deve inviare a questo Servizio la richiesta di aggiornamento corredata di specifica e dettagliata relazione contenente, almeno, le seguenti informazioni per ciascun gruppo di prodotti:

- caratteristiche geometriche: diametri di fili, trecce, trefoli, passo di avvolgimento, minimo valore del rapporto tra diametro del filo centrale e quello dei fili periferici, profondità delle impronte, ecc.
- programma temporale di esecuzione delle prove aggiuntive richieste dalle attuali NTC.

Si precisa che, anche per i prodotti attualmente qualificati, ai fini dell'adeguamento della qualificazione, dovranno eseguirsi le prove (non effettuate in sede di prima qualificazione secondo DM08) di corrosione sotto tensione e di trazione deviata, previste dalle NTC18 per le nuove qualificazioni (§11.3.3.5.2.1), nonchè tutti i nuovi adempimenti previsti per il mantenimento della qualificazione (§11.3.3.5.2.2).

Non è invece richiesta la ripetizione e l'integrazione delle prove previste in sede di nuova qualificazione per rilassamento e fatica.

Entro 9 mesi dall'entrata in vigore delle NTC2018 devono essere trasmessi al STC i certificati di prova a cura del laboratorio incaricato e sarà rilasciato, in caso di esito positivo della relativa istruttoria, un nuovo attestato di qualificazione ai sensi del D.M. 17.01.2018. Se entro il termine sopra indicato i produttori non avranno adempiuto a quanto sopra, dimostrando la garanzia dei nuovi requisiti introdotti, è prevista la decadenza della qualificazione ed il conseguente ritiro dell'attestato emesso ai sensi del DM08.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

2.4.4 Acciaio per strutture metalliche e per strutture composte (§11.3.4)

Permangono validi, fino alla già prevista scadenza, gli attestati di qualificazione finora rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale. Al primo rinnovo, e comunque alla prima occasione utile, verranno emessi attestati ai sensi del D.M. 17.01.2018.

I fabbricanti hanno comunque l'obbligo di adeguare le proprie procedure ed attività a quanto riportato nel DM 17.01.2018. Ciò sarà verificato, nell'ambito della propria ordinaria attività di vigilanza e comunque in sede di rinnovo, dal STC.

2.5 Rilascio di "Valutazione tecnica europea" per prodotti e sistemi costruttivi destinati alle opere di ingegneria strutturale e geotecnica di cui al Regolamento (UE) 305/2011 [Reg.(UE) n. 305/2011, D.Lgs. 106/2017]

Nessun impatto consegue dall'entrata in vigore del D.M. 17.01.2008 su questa attività, regolata da norme sovranazionali, Regolamento (UE) n. 205/2011, e dal relativo provvedimento attuativo nazionale (D.Lgs. 106/2017).

2.6 Qualificazione della produzione di materiali, prodotti e sistemi costruttivi destinati alle opere di ingegneria strutturale e geotecnica, non disciplinati da specifiche tecniche europee o dalla normativa tecnica nazionale. Rilascio del Certificato di Valutazione Tecnica Nazionale [NTC]

Le NTC18, al §11.1 caso c), introducono, in luogo del Certificato di Idoneità Tecnica (CIT) di cui alle NTC08, il "*<<Certificato di Valutazione Tecnica>> rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili*". Si tratta essenzialmente di un allineamento terminologico con il Reg.(UE) n. 305/2011, infatti lo stesso §11.1 delle NTC18 illustra chiaramente la procedura di transizione dalla precedente all'attuale nomenclatura del documento, stabilendo che "*I fabbricanti possono usare come Certificati di Valutazione Tecnica i Certificati di Idoneità tecnica all'impiego, già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale prima dell'entrata in vigore delle presenti norme tecniche, fino al termine della loro validità*".

Le procedure già avviate prima dell'entrata in vigore delle NTC18 verranno istruite dal STC ai sensi del nuovo DM 17.01.2018, d'ufficio e senza necessità di ulteriori istanze o richieste del fabbricante. In caso di esito positivo dell'istruttoria il STC emanerà, quindi, il conseguente certificato di Valutazione di Idoneità Tecnica

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

2.7 Qualificazione per la produzione di elementi prefabbricati prodotti in serie dichiarata ed in serie controllata coperti da attestato di qualificazione [NTC]

Permangono validi, fino alla già prevista scadenza, i provvedimenti autorizzativi finora rilasciati dal STC. Al primo rinnovo, e comunque alla prima occasione utile, verranno emessi provvedimenti autorizzativi ai sensi del D.M. 17.01.2018.

I fabbricanti hanno comunque l'obbligo di adeguare le proprie procedure ed attività a quanto riportato nel DM 17.01.2018. Ciò sarà verificato, nell'ambito della propria ordinaria attività di vigilanza dal STC.

Sullo specifico tema in le NTC 2018 introducono le seguenti principali novità:

- *Sospensione e Revoca degli Attestati*: il §11.8.4.4 delle nuove NTC 2018 prevede espressamente che in caso di mancato rispetto delle prescrizioni normative, la sospensione o addirittura la revoca degli Attestati rilasciati, con conseguente blocco delle attività lavorative delle ditte inadempienti, ai fini strutturali.
- *Produzioni occasionali*: con le nuove NTC 2018 gli stabilimenti di produzione dei manufatti non in serie non sono più tenuti alla preliminare qualificazione dello stabilimento presso il STC. Tuttavia, ai sensi di quanto indicato al §11.8.1, detti stabilimenti devono comunque continuare ad impiegare processi di produzione di tipo industrializzato, sottoposti ad un sistema di controllo secondo quanto indicato nei §§ 11.8.2 ed 11.8.3 delle NTC 2018. Resta inoltre fermo il fatto che per quanto riguarda i controlli di accettazione di calcestruzzo e acciaio da c.a., detti stabilimenti devono rispettare i pertinenti punti delle NTC 2018 relativi ai cantieri.
- *Produzioni di serie*: il §11.8.3.1 apporta una serie di significative novità. Innanzitutto la possibilità di effettuare la taratura annuale delle presse di stabilimento riferendosi non solo ai laboratori autorizzati ai sensi dell'art.59 del DPR 380/01, ma anche ad "*organismi terzi di taratura appositamente accreditati secondo i regolamenti vigenti nel settore*", cioè i Laboratori di taratura accreditati dall'Organismo unico nazionale di accreditamento (ACCREDIA).

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

- *Produzioni di serie*: il §11.8.3.1 apporta una serie di significative novità. Innanzitutto la possibilità di effettuare la taratura annuale delle presse di stabilimento riferendosi non solo ai laboratori autorizzati ai sensi dell'art.59 del DPR 380/01, ma anche ad "*organismi terzi di taratura appositamente accreditati secondo i regolamenti vigenti nel settore*", cioè i Laboratori di taratura accreditati dall'Organismo unico nazionale di accreditamento (ACCREDIA).

  Sono poi introdotti specifici controlli sugli acciai lavorati nello stabilimento, da effettuarsi a cura del Direttore di stabilimento: prove di piegatura, raddrizzamento e prove sulle saldature strutturali; dette prove dovranno essere riportate in apposito Registro, che affiancherà quello già previsto sui controlli del calcestruzzo prodotto.

  Infine, il § 11.8.6 fornisce indicazioni tecniche sui dispositivi meccanici che garantiscono il collegamento fra elementi prefabbricati, prescrivendone la marcatura CE o, in assenza di questa, il ricorso alla Certificazione di idoneità tecnica nazionale.

2.8 Qualificazione di elementi strutturali e sistemi costruttivi in legno massiccio, legno lamellare e pannelli a base di legno [rif. NTC];

Permangono validi, fino alla già prevista scadenza, i provvedimenti autorizzativi finora rilasciati dal STC. Al primo rinnovo, e comunque alla prima occasione utile, verranno emessi provvedimenti autorizzativi ai sensi del D.M. 17.01.2018.

I fabbricanti hanno comunque l'obbligo di adeguare le proprie procedure ed attività a quanto riportato nel DM 17.01.2018. Ciò sarà verificato, nell'ambito della propria ordinaria attività di vigilanza dal STC.

Le NTC 2018, sull'argomento, introducono le seguenti principali novità:

- *Obbligatorietà dei controlli di accettazione in cantiere da parte del Direttore dei lavori*: il §11.7.10.2 delle Norme obbliga il Direttore dei lavori ad effettuare, in fase di accettazione, quindi prima della messa

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

in opera dei prodotti strutturali, una serie di controlli e verifiche sui materiali strutturali in ingresso. Dette verifiche sono differenziate a secondo del tipo di materiale (legno massiccio, lamellare, pannelli base legno ed elementi giuntati). Inoltre, specifiche prove di accettazione dovranno essere effettuate sui materiali meccanici di collegamento tra parti lignee.

- *Corsi di formazione e di Aggiornamento per "Direttori tecnici della produzione"*: gli appositi corsi di formazione erano già stati introdotti con le precedenti NTC 2008; sono ora introdotti i Corsi di aggiornamento, a cadenza triennale, a carattere obbligatorio: ne consegue che i Direttori che abbiano già seguito un Corso di formazione, in caso di mancato aggiornamento, vedranno decadere la loro qualificazione di Direttore. Ulteriore novità consiste nel fatto che detti Corsi dovranno essere "preventivamente approvati" dal STC; pertanto, tutti le Organizzazioni che in passato hanno già organizzato Corsi per Direttori tecnici di stabilimento, per confermare i programmi dei corsi anche alla luce delle nuove NTC 2018, dovranno presentare apposta domanda documentata al STC.
- *Comunicazione annuale di conferma attività*: con le nuove NTC 2018, cessa questo obbligo per i Centri di lavorazione; i Fabbricanti (ovvero i Produttori di elementi Uso Fiume o Uso Trieste) dovranno invece continuare a confermare la loro attività entro il 31 gennaio di ogni anno, allegando la documentazione attestante i controlli di produzione effettuati nel corso dell'anno precedente.
- *Validità degli Attestati di qualificazione rilasciati dal STC*: con le nuove NTC 2018, gli Attestati di Produzione di elementi strutturali in legno (Uso Fiume ed Uso Trieste) avranno validità quinquennale: alla scadenza occorrerà inoltrare apposita istanza di rinnovo, pagando le relative tariffe indicate dal DM 267/2012. Gli attestati già rilasciati ai sensi delle precedenti NTC 2008 cessano di avere validità allo scadere dei cinque anni dall'entrata in vigore delle NTC 2018. Gli Attestati di denuncia attività dei centri di lavorazione continuano ad essere senza scadenza (ne consegue che i precedenti attestati rilasciati ai sensi delle NTC 2008 continueranno ad essere validi anche per le nuove NTC 2018).
- *Sospensione e Revoca degli Attestati*: il §11.7.10.1 delle nuove NTC 2018 prevede espressamente che in caso di mancato rispetto delle prescrizioni normative, la sospensione o addirittura la revoca degli Attestati rilasciati, con conseguente blocco delle attività lavorative delle ditte inadempienti, ai fini strutturali.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

- *Sospensione e Revoca degli Attestati*: il §11.7.10.1 delle nuove NTC 2018 prevede espressamente che in caso di mancato rispetto delle prescrizioni normative, la sospensione o addirittura la revoca degli Attestati rilasciati, con conseguente blocco delle attività lavorative delle ditte inadempienti, ai fini strutturali.
- *Obbligo della Denuncia attività come centri di lavorazione*: il §11.7.10.1 delle NTC 2018 indica chiaramente che i Produttori di elementi in legno marcati CE (sulla base ad es. delle EN 14080 o delle EN 14081), qualora nei propri stabilimenti effettuino le lavorazioni tipiche dei centri di lavorazione, devono denunciare questa attività al STC, per ottenere il conseguente Attestato. I medesimi obblighi sono posti in capo alle ditte straniere dotate di marcatura CE.

2.9 Centri di trasformazione di acciai da cemento armato, cemento armato precompresso, carpenteria ed altri materiali e prodotti siderurgici [NTC]

Permangono validi i provvedimenti autorizzativi finora rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale. I fabbricanti hanno comunque l'obbligo di adeguare le proprie procedure ed attività a quanto riportato nel DM 17.01.2018. Ciò sarà verificato, nell'ambito della propria ordinaria attività di vigilanza dal STC.

Rispetto alle NTC08, le NTC 2018 introducono le seguenti principali novità:

- *Sospensione e Revoca degli Attestati*: il §11.8.4.4 delle nuove NTC 2018 prevede espressamente che in caso di mancato rispetto delle prescrizioni normative, la sospensione o addirittura la revoca degli Attestati rilasciati, con conseguente blocco delle attività lavorative delle ditte inadempienti, ai fini strutturali.
- *Comunicazione annuale di conferma attività*: con le nuove NTC 2018, i Centri di trasformazione di cui al §11.3.1.7 non hanno più alcun obbligo di comunicazione annuale della conferma attività.
- *Controlli sugli acciai lavorati*: innanzitutto è esplicitato il fatto che le verifiche previste (certificate a cura del laboratorio incaricato) debbano essere ultimate prima dell'invio del materiale in cantiere. Inoltre, sono precisate le modalità e la frequenza delle prove da fare effettuare, ed è introdotta una tabella di riferimento per il controllo dell'esito delle prove di laboratorio. Da notare l'introduzione della obbligatorietà delle prove di aderenza (secondo la UNI EN ISO 15630-1:2010) per le barre provenienti da rotoli. Un apposito paragrafo (11.3.3.5.3) è dedicato alle prove sugli acciai da precompresso.

C.S.LL.PP. SERVIZIO TECNICO CENTRALE

PRIMA APPLICAZIONE DEL DM 17.01.2018, RIPORTANTE AGGIORNAMENTO DELLE "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI", ALLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE E DI QUALIFICAZIONE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE

2.10 Rilascio dell'autorizzazione all'impiego di travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante [Linee guida del Consiglio Superiore ll.pp].

In coerenza con il principio generale adottato, permangono validi le comunicazioni ed i provvedimenti sinora rilasciati del Servizio Tecnico Centrale in ordine al riconoscimento di appartenenza delle travi tralicciate, già emanati ai sensi del D.M. 14.01.2018 sulla base delle pertinenti Linee Guida. Pertanto, gli operatori economici destinatari degli atti di cui sopra, non dovranno richiedere la riemissione dei relativi atti ai sensi del nuovo D.M. 17.01.2018.

Tuttavia, è doveroso osservare che sull'argomento delle travi tralicciate sono nel frattempo intervenuti vari approfondimenti istruttori, anche a seguito dei molteplici Pareri espressi dalla competente Sezione. Inoltre, sono attualmente in fase di aggiornamento proprio le pertinenti Linee Guida sull'impiego delle travi tralicciate. Infine, alcuni contenuti tecnici del nuovo D.M. 17.01.2018 riguardano argomenti comunque correlati all'impiego di tale tipologia costruttiva.

Pertanto, fermo restando il fatto che il riconoscimento a suo tempo effettuato può essere attualizzato anche con riferimento alle nuove Norme tecniche, il Servizio - in considerazione del compito istituzionale di vigilanza sulla normativa per le costruzioni – ove ritenuto opportuno richiederà alle ditte gli aggiornamenti e gli approfondimenti tecnici atti a dimostrare il necessario allineamento delle produzioni allo stato dell'arte, normativo e tecnico, sulla materia

Il Coordinatore del
Servizio Tecnico Centrale
Ing. Emanuele Renzi

20 mar 2018 15:29

Il PRESIDENTE
Ing. Massimo Sessa

NOVITA' NTC2018:
INTRODOTTI I REQUISITI DI SICUREZZA ANTINCENDIO E DURABILITA'

2.1. 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 presenti 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 di progetto, di cui al § 2.4. Si definisce stato limite una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze elencate nelle presenti norme.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, 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 oppure comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure 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;
- *sicurezza antincendio*: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;
- *durabilità*: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- *robustezza*: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile

Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile.

Per le opere esistenti è possibile fare riferimento a livelli di sicurezza diversi da quelli delle nuove opere ed è anche possibile considerare solo gli stati limite ultimi. Maggiori dettagli sono dati al Capitolo 8.

I materiali ed i prodotti, per poter essere utilizzati nelle opere previste dalle presenti norme, devono essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di accettazione. Le prove e le procedure di accettazione sono definite nelle parti specifiche delle presenti norme riguardanti i materiali.

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, i sistemi e i 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 presenti norme. In mancanza di specifiche indicazioni, si dovrà fare ricorso ad opportune indagini, eventualmente anche sperimentali, o a documenti, normativi e non, di comprovata validità.

NOVITA' NTC2018:
NUOVI ARTICOLI
INTEGRALMENTE
INSERITI

2.2.3. SICUREZZA ANTINCENDIO

Quando necessario, i rischi derivanti dagli incendi devono essere limitati progettando e realizzando le costruzioni in modo tale da garantire la resistenza e la stabilità degli elementi portanti, nonché da limitare la propagazione del fuoco e dei fumi.

2.2.4. DURABILITA'

Un adeguato livello di durabilità può essere garantito progettando la costruzione, e la specifica manutenzione, in modo tale che il degrado della struttura, che si dovesse verificare durante la sua vita nominale di progetto, non riduca le prestazioni della costruzione al di sotto del livello previsto.

Tale requisito può essere soddisfatto attraverso l'adozione di appropriati provvedimenti stabiliti tenendo conto delle previste condizioni ambientali e di manutenzione ed in base alle peculiarità del singolo progetto, tra cui:

a) scelta opportuna dei materiali;
b) dimensionamento opportuno delle strutture;
c) scelta opportuna dei dettagli costruttivi;
d) adozione di tipologie costruttive e strutturali che consentano, ove possibile, l'ispezionabilità delle parti strutturali;
e) pianificazione di misure di protezione e manutenzione; oppure, quando queste non siano previste o possibili, progettazione rivolta a garantire che il deterioramento della costruzione o dei materiali che la compongono non ne causi il collasso;
f) impiego di prodotti e componenti chiaramente identificati in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche, indispensabili alla valutazione della sicurezza, e dotati di idonea qualificazione, così come specificato al Capitolo 11;
g) applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi dei materiali, soprattutto nei punti non più visibili o difficilmente ispezionabili ad opera completata;
h) adozione di sistemi di controllo, passivi o attivi, adatti alle azioni e ai fenomeni ai quali l'opera può essere sottoposta.

Le condizioni ambientali devono essere identificate in fase di progetto in modo da valutarne la rilevanza nei confronti della durabilità.

2.2.5. ROBUSTEZZA

Un adeguato livello di robustezza, in relazione all'uso previsto della costruzione ed alle conseguenze di un suo eventuale collasso, può essere garantito facendo ricorso ad una o più tra le seguenti strategie di progettazione:

a) progettazione della struttura in grado di resistere ad azioni eccezionali di carattere convenzionale, combinando valori nominali delle azioni eccezionali alle altre azioni esplicite di progetto;
b) prevenzione degli effetti indotti dalle azioni eccezionali alle quali la struttura può essere soggetta o riduzione della loro intensità;
c) adozione di una forma e tipologia strutturale poco sensibile alle azioni eccezionali considerate;
d) adozione di una forma e tipologia strutturale tale da tollerare il danneggiamento localizzato causato da un'azione di carattere eccezionale;
e) realizzazione di strutture quanto più ridondanti, resistenti e/o duttili è possibile;
f) adozione di sistemi di controllo, passivi o attivi, adatti alle azioni e ai fenomeni ai quali l'opera può essere sottoposta.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 1 «Introduzione»

1.INTRODUZIONE

1.1.LOGICA DELLA NORMA

L'attuale revisione delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) viene alla luce nove anni dopo l'emanazione delle NTC08. Questo lungo lasso di tempo si è reso necessario in considerazione delle importanti novità introdotte dalla precedente normativa, che ha rappresentato un vero e proprio giro di boa rispetto al passato, e per consentire, quindi, ai fruitori di acquisire una consuetudine all'uso e una sensibilità tali da far emergere quegli aspetti meno chiari o controversi che, unitamente al miglioramento delle conoscenze tecniche e scientifiche oltre che all'evoluzione tecnologica, determinano la spinta verso la revisione di un testo normativo.

Pur al cospetto di numerose e significative modifiche e integrazioni del testo precedente, nell'aggiornare le Norme non è stato cambiato l'impianto generale e l'articolazione del documento.

In effetti, la sismicità del nostro paese, diffusa in tutto il territorio nazionale, e i condizionamenti progettuali connessi con la presenza di azioni sismiche, suggerirebbero l'opportunità di unificare, sintetizzandoli, i contenuti del Capitolo 7 (**Progettazione per azioni sismiche**) con i precedenti Capitoli 4 (**Costruzioni civili e industriali**), 5 (**Ponti**) e 6 (**Progettazione geotecnica**). Ciò non ostante, soprattutto in considerazione dell'enorme lavoro necessario per portare a buon fine questa riorganizzazione del testo, si è realisticamente preferito lavorare solo sui contenuti delle Norme.

Di tutto ciò tenuto conto, con queste note introduttive si intende offrire al progettista una linea guida e rendere univoca l'interpretazione per agevolare l'uso delle Norme, evidenziando all'interno delle stesse quei percorsi logici unitari e unificanti che, non necessariamente, corrispondono alla mera successione dei capitoli.

Il percorso progettuale, volendolo sintetizzare, può pensarsi articolato nelle fasi della ***concezione***, della ***verifica***, della ***esecuzione*** e del ***controllo***:

- la ***concezione*** è tutta e sola appannaggio della creatività, della competenza tecnica e dell'esperienza del singolo progettista; essa ricade nella sua esclusiva responsabilità, certo non può essere normata;
- la ***verifica***, la ***esecuzione*** e il ***controllo***, invece, ricadono nella sfera delle attività collettive, assumendo l'aspetto di un contratto sociale, di una convenzione che, pur essendo basata su valutazioni scientifiche, giunge a fissare la frontiera tra lecito e illecito, tra accettato e rifiutato, a seguito di tradizioni, mediazioni, accordi.

La normativa, proprio per il suo carattere eminentemente contrattuale e sociale, non si occupa della ***concezione***, ma solo della ***verifica***, della ***esecuzione*** e del ***controllo***.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 1 «Introduzione»

In questo ambito, certamente più ristretto, dello sviluppo progettuale, assumono importanza preminente, per gli obiettivi innanzi dichiarati, il ***modello di calcolo*** e il ***metodo di analisi***, tenendo presente che le costruzioni civili, rispetto a quelle industriali, ad esempio, costituiscono sempre "oggetti unici", cioè "prototipi". Per quest'ultimo motivo è utile identificare e riconoscere, da subito, quegli elementi unificanti, validi cioè per ogni costruzione, necessari per l'individuazione del ***modello di calcolo*** e la scelta del ***metodo di analisi***.

Per ogni costruzione civile il confronto tra capacità e domanda, che la valutazione del livello di sicurezza impone, richiede una quantizzazione conseguita attraverso il filtro del ***modello di calcolo*** individuato e del ***metodo di analisi*** prescelto.

La normativa lascia il ***modello di calcolo*** alla sostanziale discrezionalità del progettista, con alcune prescrizioni minime ineludibili. Ai fini della modellazione, quanto prescritto dalle Norme al § **6.2.2** (**Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica**) e al § **7.2.6** (**Criteri di modellazione della struttura e dell'azione sismica**) costituisce certamente un elemento comune a tutte le costruzioni civili.

Passando ai ***metodi di analisi***, le revisionate **NTC** ne consentono più d'uno; ovviamente si dovrà armonizzare il metodo di analisi con le scelte fatte in sede di modellazione. Ai fini della scelta dei metodi di analisi, quanto prescritto dalle Norme al § **4.1.1** (**Valutazione della sicurezza e metodi di analisi**), al § **6.2.4** (**Verifiche della sicurezza e delle prestazioni**) e al § **7.3** (**Metodi di analisi e criteri di verifica**), costituisce un elemento comune a tutte le costruzioni civili.

È dunque utile e opportuno, nelle fasi di modellazione e analisi di una costruzione, considerare insieme, e nell'insieme, i paragrafi innanzi indicati perseguendo così quell'unitarietà di impostazione che il percorso progettuale delle costruzioni richiede.

Questa unitarietà di impostazione, peraltro, che gli aspetti trattati siano quelli architettonico-distributivi o quelli della meccanica dei terreni, dei materiali e delle strutture o quelli dell'ambiente interno e degli impianti che lo formano e lo controllano, deve essere percepita e tenacemente perseguita fin dalla fase della "***concezione***", che pure esula dall'ambito normativo; solo così, quando dalla ***concezione*** si passerà, rientrando nell'ambito della normativa, alla ***verifica***, alla ***esecuzione*** e al ***controllo,*** si potrà conseguire la desiderata unitarietà.

Un aspetto centrale della modellazione, con evidenti riflessi sulla scelta del metodo di analisi, è la ricerca di una risposta duttile della costruzione e del terreno di fondazione.

Una risposta duttile permette di evitare, per quanto possibile, la formazione di meccanismi parziali; ciò avviene per effetto del comportamento di tipo incrudente positivo proprio di questa risposta, tale cioè da permettere ridistribuzioni delle sollecitazioni e da perseguire, al crescere delle azioni esterne, la formazione di meccanismi globali.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 1 «Introduzione»

Ovviamente, un sistema duttile, costruzione o terreno che sia, mobilita progressivamente la sua capacità a prezzo di deformazioni crescenti. Ecco dunque l'attenzione delle **NTC** nei riguardi degli stati limite di esercizio, attenzione che si deve trasferire al progettista.

Le considerazioni innanzi espresse evidenziano i limiti concettuali, ai fini della valutazione della duttilità necessaria, delle analisi che fanno riferimento al solo modello di mezzo elastico lineare o al solo modello di mezzo rigido-plastico, essendo invece perseguibile tale obiettivo con modelli non lineari, in grado di descrivere adeguatamente il comportamento duttile di una costruzione. Il riferimento a modelli non lineari e a comportamento elastoplastico incrudente è ormai consolidato nell'ingegneria strutturale e geotecnica e i metodi di analisi che incorporano questi modelli sono implementati nei programmi di analisi più accreditati e diffusi.

Peraltro il metodo di analisi più diffuso rimane quello che modella le strutture come elastiche lineari, eventualmente tenendo conto dei così detti effetti del 2° ordine mediante matrici di rigidezza geometriche. La dimestichezza che con esso hanno i progettisti, unita all'indubbia facilità d'uso, hanno fatto sì che le revisionate **NTC** lo utilizzino sistematicamente, favorendone l'adozione anche in presenza di azioni dinamiche di forte entità (il sisma eccezionale) e di comportamenti dei materiali fortemente non lineari per eccesso di deformazione, oltre che di tensione.

Da un lato, dunque, modello di analisi elastico lineare, dall'altro materiale deformato fortemente, ben oltre il limite elastico; questa evidente contraddizione ha motivazioni precise che è bene ricostruire.

Nella continua ricerca di soluzioni sicure e più economiche l'ingegneria civile è stata, di necessità, costretta a spingersi nel campo delle deformazioni plastiche, cercando nella plasticità e nella riduzione di rigidezza che essa comporta, un modo per favorire la naturale ridistribuzione della domanda sia sulla singola sezione e sulla singola membratura, sia sull'intera costruzione; un modo, dunque, per conseguire costruzioni ad un tempo più sicure e più economiche.

Tale processo ha interessato, negli anni, dapprima la sezione e immediatamente dopo l'intera costruzione, sostanziandosi nelle metodologie tipiche dell'analisi limite (analisi plastica) e dell'analisi non lineare. Nello specifico, si è passati: per la sezione, dal valutare la capacità riferendosi alle tensioni (metodo delle tensioni ammissibili, non più ammesso dalle revisionate **NTC**) al valutarla riferendosi alle resistenze (metodo a rottura), per la costruzione, dal valutare la domanda con analisi lineari elastiche al valutarla con analisi plastiche o non lineari.

A questo punto, è bene precisare che la ricerca di duttilità non è confinata ai casi in cui l'azione sismica sia dimensionante, anzi essa è basilare, in tutte le altre situazioni di carico, per conseguire la robustezza, ovvero la "*capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti*" e di "*eventuali errori di progettazione o di esecuzione*".

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 1 «Introduzione»

Le accortezze costruttive, utili per conseguire sezioni, elementi, collegamenti, strutture duttili (indipendentemente dalla duttilità intrinseca del materiale impiegato), si possono dunque utilizzare sistematicamente, qualunque sia l'azione che produce la domanda; in particolare la progettazione in capacità e i particolari costruttivi illustrati nel Capitolo 7 migliorano il comportamento locale e d'insieme anche in presenza di azioni gravitazionali o di azioni eccezionali.

In tal senso sono utilmente generalizzabili la distinzione tra sezioni, elementi, collegamenti a comportamento fragile e a comportamento duttile e le accortezze finalizzate ad accoppiare correttamente gli uni con gli altri e a conseguire un comportamento duttile sia locale sia globale, evitando i collassi locali.

L'ampia messe di dati sperimentali resasi disponibile, evidenziando la sostanziale aleatorietà dei parametri che caratterizzano sia i materiali sia le azioni, ha poi costretto a trattare il problema della sicurezza in termini probabilistici, sempre, indipendentemente dal metodo d'analisi adottato.

La sicurezza viene valutata, come recita il **§ 2.1. "Principi fondamentali"**, riferendosi a precisi **S**tati **L**imite, sia **U**ltimi (**SLU**) sia di **E**sercizio (**SLE**), : "*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 di progetto, di cui al § 2.4*"; il "mancato superamento di uno stato limite" ("verifica") è immediatamente deducibile dalla definizione stessa dello stato limite.

Per alcuni degli **S**tati **L**imite **U**ltimi (**SLU**) si prefigura la necessità di cogliere il comportamento d'insieme della costruzione al di là del limite elastico; ciò avviene per gli Stati Limite Ultimi:

d) raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;

e) raggiungimento di una condizione di cinematismo;

per la verifica dei quali si deve ricorrere o ad un modello plastico o ad un modello non lineare. È evidente, infatti, che un modello elastico lineare non consente di leggere il raggiungimento della massima capacità d'insieme o il manifestarsi di una condizione di cinematismo e, dunque, non consente di progettare sfruttando a pieno la capacità della costruzione.

Da tale constatazione scaturisce l'abbinamento tra analisi elastica lineare e verifica della sezione effettuata accettando che il materiale si deformi fortemente, ben oltre il limite elastico, con la evidente contraddizione prima segnalata.

Volendo effettuare un'analisi elastica lineare e non potendo "verificare" gli stati limite d) ed e) si rinuncia a utilizzare, consapevolmente e totalmente, la capacità d'insieme della costruzione (seguendone l'evoluzione al crescere della domanda) e ci si limita a sfruttare, cautelativamente e a favore di sicurezza, la capacità delle singole sezioni.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 1 «Introduzione»

Come necessariamente avviene, a fronte di un metodo di "verifica" che opera a favore di sicurezza, la struttura finisce per avere un eccesso di capacità (sovra capacità) rispetto alla capacità minima ammessa. La significativa sovra capacità conseguita valutando la domanda con un'analisi elastica lineare e verificando le sezioni a rottura si può leggere, con un'analisi plastica o non lineare, seguendo la domanda e la sua evoluzione al plasticizzarsi delle sezioni.

L'istanza a conseguire strutture sicure ma più economiche spinge, peraltro, a contenere il più possibile tale sovra capacità; a tal fine le revisionate **NTC** impiegano la ridistribuzione.

In particolare, come recita il **§ 4.1.1.1 "Analisi elastica lineare"** e come si può fare, senza tema di smentite, per qualunque materiale e qualunque azione: *"…… OMISSIS …..Per le sole verifiche agli stati limite ultimi, i risultati dell'analisi elastica possono essere modificati con una ridistribuzione dei momenti, nel rispetto dell'equilibrio e delle capacità di rotazione plastica delle sezioni dove si localizza la ridistribuzione. In particolare la ridistribuzione non è ammessa per i pilastri e per i nodi dei telai, è consentita per le travi continue, le travi di telai in cui possono essere trascurati gli effetti del secondo ordine e le solette, a condizione che le sollecitazioni di flessione siano prevalenti ed i rapporti tra le luci di campate contigue siano compresi nell'intervallo 0,5-2,0."*

La ridistribuzione è un'applicazione semplificata dell'analisi plastica che permette di sfruttare, almeno in parte, la duttilità disponibile. L'entità delle sollecitazioni da ridistribuire è lasciata alla scelta del progettista, con un limite superiore fissato al 30%; l'applicazione al modello delle aliquote di sollecitazione da ridistribuire (cambiate di segno) consente di determinare, con un'analisi elastica lineare, le variazioni della domanda. La ridistribuzione, così come formulata nel Capitolo 4 per le costruzioni con struttura in c.a., può essere estesa a costruzioni in altri materiali o ad azioni diverse dalle azioni gravitazionali (in particolare le azioni sismiche) semplicemente adattando i limiti propri della ridistribuzione al materiale e all'azione considerati.

Tutte le precedenti considerazioni si riferiscono, evidentemente, alle nuove costruzioni, ma l'unità e la completezza del percorso progettuale, inteso come percorso obbligato, valgono anche per le costruzioni esistenti (Capitolo 8). Un'analisi critica consentirà di cogliere meglio la sostanziale coerenza esistente tra progettazione del nuovo e progettazione di interventi sull'esistente.

Centralità del modello di calcolo, capacità e domanda definite in termini sia tensionali sia estensionali, importanza della duttilità e attenzione ai modi per conseguirla (la progettazione in capacità), metodi di analisi, sostanziale preferenza attribuita all'analisi lineare elastica, verifica in termini di stati limite, ridistribuzione, sono ancora dati unificanti, validi sia per progettare le nuove costruzioni, sia per contribuire all'identificazione delle criticità delle costruzioni esistenti e per definire i relativi interventi.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 1 «Introduzione»

La principale differenza tra costruzioni nuove e costruzioni esistenti è rappresentata, in termini progettuali, dalle peculiarità e dalle problematiche connesse alla loro conoscenza.

Per le nuove costruzioni la conoscenza è analitico-previsionale (legata allo stato di progetto e alle caratteristiche meccaniche dei materiali realmente prodotti e impiegati, con una relativa attenzione a come i vari elementi sono organizzati tra loro, in quanto tale organizzazione è fissata/garantita dal progetto, a meno di grossolani errori di ideazione o di esecuzione).

Per le costruzioni esistenti la conoscenza è sintetico-consuntiva (legata allo stato di fatto, con una relativa attenzione alle caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati che, entro certi limiti, sono conoscibili a piacere e un'attenzione particolare al modo nel quale le diverse membrature sono articolate tra loro, meccanicamente e temporalmente, e a come, di conseguenza, interagiscano).

Tale peculiare distinzione conoscitiva tra costruzioni nuove e costruzioni esistenti non era ben evidenziata dalla precedente versione della Norma (in particolare dalla sua circolare attuativa).

Nell'approccio classico alla teoria della sicurezza le incertezze intrinseche nel modello di calcolo vengono accorpate con le incertezze sulle azioni (si veda al riguardo il § 6.3.2. dell'EN1990). Accade così che l'incertezza intrinseca del modello sfumi nelle incertezze proprie delle azioni, scomparendo spesso dalla comune consapevolezza. Conseguentemente il modello diviene, per chi lo definisce, estraneo al controllo delle incertezze, laddove invece, specie per le costruzioni esistenti, è il loro principale contenitore.

Recuperare l'incertezza del "livello di conoscenza" propria del modello di calcolo (incertezza usualmente espressa attraverso un coefficiente moltiplicativo dell'azione) ricorrendo a un coefficiente riduttivo della resistenza dei materiali, come da Norma, può enfatizzare eccessivamente l'importanza delle indagini sui materiali.

Ciò porta a sottostimare l'importanza delle indagini relative ai dettagli costruttivi, alla connessione dei vari elementi tra loro, alle loro modalità di interazione e di collasso; questi elementi sono invece fondamentali per identificare le criticità presenti e irrinunciabili per individuare il modello di calcolo globale (che descrive il comportamento d'insieme della costruzione) e i modelli di calcolo dei meccanismi di collasso locali.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 1 «Introduzione»

A conferma di ciò, il § **8.5.4. "Livelli di conoscenza e fattori di confidenza"** recita:" *Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive ……., saranno individuati i "livelli di conoscenza" dei diversi parametri coinvolti nel modello e definiti i correlati fattori di confidenza, da utilizzare nelle verifiche di sicurezza.*

Ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza si distinguono i tre livelli di conoscenza seguenti, ordinati per informazione crescente: LC1; LC2; LC3.

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono: geometria della struttura, dettagli costruttivi, proprietà dei materiali, connessioni tra i diversi elementi e loro presumibili modalità di collasso.

Specifica attenzione dovrà essere posta alla completa individuazione dei potenziali meccanismi di collasso locali e globali, duttili e fragili."

Come si vede, le revisionate **NTC** sono esplicite in merito a quali siano le indagini da compiere ovvero quelle finalizzate a far emergere eventuali criticità presenti e a individuare i vari modelli di calcolo necessari per descrivere comportamenti globali e locali, riservando alle indagini sulle caratteristiche meccaniche dei materiali una parte piuttosto ridotta.

D'altra parte, mentre è agevole quantizzare in termini di numerosità e di distribuzione i prelievi dei materiali e le relative prove meccaniche, è estremamente difficile definire "*livelli di conoscenza e fattori di confidenza*" associati all'effettivo comportamento della costruzione. Ancor più complesso è poi individuare le tipologie di elementi costruttivi che condizionano, positivamente o negativamente, tale comportamento, specie se sono interagenti e combinate nei modi più vari. Non è possibile, infatti, un confronto diretto tra le varie tipologie di elementi costruttivi rilevabili su una costruzione esistente e le prescrizioni tecnico-costruttive che la Norma impone alle nuove costruzioni e che consentono, per queste, un immediato giudizio di accettabilità.

Accade così che, per avere un riscontro oggettivo e misurabile del livello di conoscenza raggiunto, si finisca per concentrarsi sulle prove sui materiali piuttosto che sulla conoscenza della costruzione. Proprio dalla mancata conoscenza del comportamento delle costruzioni esistenti, siano esse in muratura, calcestruzzo armato o acciaio, derivano i risultati deludenti che gli interventi, spesso, producono.

La sostanziale unitarietà del processo progettuale, purché la conoscenza sia quella effettivamente necessaria nel senso prima evidenziato, non è turbata neppure dai vincoli di carattere storico-artistico-conservativo cui le costruzioni esistenti debbono, a volte, sottostare.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 1 «Introduzione»

Le costruzioni storiche, giunte a noi attraversando i secoli, sono frutto di lunghi e complessi processi di trasformazione, adattamento, danneggiamento e riparazione/ricostruzione (anche a seguito di terremoti di intensità non inferiore a quella che, di norma, ha una limitata probabilità di verificarsi durante la "vita utile" di una nuova costruzione); ogni volta si è intervenuti con i metodi di cui la tradizione costruttiva del tempo e del luogo disponeva (non necessariamente analitici, ma non per questo meno efficaci e determinanti). Sono maturate così le condizioni per cui i tentativi di migliorare il rapporto capacità/domanda modificando il "comportamento delle costruzioni esistenti" hanno prodotto "risultati deludenti".

Approcci progettuali basati invece sul riconoscimento, mediante adeguati e rigorosi processi di conoscenza, di tutti i possibili fattori di vulnerabilità di una costruzione storica e su interventi volti a ridurli, se non del tutto eliminarli, modificando il meno possibile il comportamento strutturale della costruzione esistente, sono non solo più rispettosi dei criteri di conservazione di valori storico-artistici ma anche più affidabili ed efficaci dal punto di vista della sicurezza strutturale, come evidenziato anche dalle esperienze maturate in occasione dei più recenti terremoti.

Stabilito un ordine di priorità in merito ai vincoli da rispettare e dunque delimitato in modo chiaro, in forza della conoscenza effettivamente disponibile, il campo dei possibili/desiderabili interventi, anche per il costruito si procederà nei modi già illustrati per le nuove costruzioni e perseguendo le stesse finalità.

Peraltro, quanto ai livelli di sicurezza minimi da garantire, si consentirà al costruito di averli minori di quelli imposti al nuovo perseguendo dunque, almeno nei casi in cui siano dimensionanti le azioni sismiche, il rafforzamento o il miglioramento piuttosto dell'adeguamento che verrà limitato alle situazioni in cui è obbligatorio per norma. Tale scelta articolata dei livelli di sicurezza riguarda sia le azioni sismiche sia le azioni gravitazionali, per le quali è possibile riferirsi sia ai carichi permanenti effettivamente presenti (quali individuati a seguito delle indagini condotte) sia a carichi variabili ridotti, accettando restrizioni d'uso.

Infatti, al **§ 8.3 "Valutazione della sicurezza"** si legge: *"Nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ζ_E tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione; l'entità delle altre azioni contemporaneamente presenti è la stessa assunta per le nuove costruzioni, salvo quanto emerso sui carichi verticali permanenti a seguito delle indagini condotte (di cui al § 8.5.5) e salvo l'eventuale adozione di appositi provvedimenti restrittivi sull'uso e, conseguentemente, sui carichi verticali variabili.*

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 1 «Introduzione»

La restrizione sull'uso può mutare da porzione a porzione della costruzione e, per l'i-esima porzione, è quantificata attraverso il rapporto ζ_{vi} tra il valore massimo del sovraccarico variabile verticale sopportabile da quella parte della costruzione e il valore del sovraccarico verticale variabile che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione."

La diversità di trattamento tra nuovo ed esistente (sull'intero territorio nazionale) si giustifica con la volontà di perseguire, in un regime di risorse limitate, la massima riduzione possibile del rischio sismico medio. Così facendo si interviene, a parità di risorse pubbliche impiegate, su un numero di costruzioni esistenti molto maggiore di quello che si avrebbe allineando la sicurezza minima dell'esistente a quella del nuovo.

Il vantaggio che la collettività ne consegue in termini di riduzione di morti, feriti e danni è evidente.

In particolare, senza intervenire a livello globale e con interventi economicamente modesti, si possono eliminare criticità, per lo più locali, capaci di originare meccanismi di collasso anche rilevanti. Dunque, per una riduzione del rischio diffusa, l'eliminazione programmata di modeste criticità può costituire una strategia d'intervento ragionevole ed economicamente sostenibile.

Alla luce di tutte le considerazioni precedenti e dell'obiettivo perseguito (agevolare l'uso delle revisionate **NTC** rendendone univoca l'interpretazione) si può dunque confermare una chiave di lettura improntata all'unitarietà e alla completezza del percorso progettuale, inteso come percorso obbligato, qualunque siano la costruzione, il materiale e l'azione considerati e indipendentemente dal fatto che ci si riferisca ad una costruzione nuova o ad una esistente.

NOVITA' NTC2018:
VIENE INTRODOTTO IL TERMINE «CONVENZIONALMENTE»

2.4. VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

2.4.1. VITA NOMINALE DI PROGETTO

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – *Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni*

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

Non sono da considerarsi temporanee le costruzioni o parti di esse che possono essere smantellate con l'intento di essere riutilizzate. Per un'opera di nuova realizzazione la cui fase di costruzione sia prevista in sede di progetto di durata pari a P_N, la vita nominale relativa a tale fase di costruzione, ai fini della valutazione delle azioni sismiche, dovrà essere assunta non inferiore a P_N e comunque non inferiore a 5 anni.

Le verifiche sismiche di opere di tipo 1 o in fase di costruzione possono omettersi quando il progetto preveda che tale condizione permanga per meno di 2 anni.

NOVITA' NTC2018:
NUOVO TESTO INSERITO

NOVITA' NTC2018:
ELIMINAZIONE DEL CAPITOLO 2.7 CHE ERA PRESENTE NELLE NTC 2008

2.7 VERIFICHE ALLE TENSIONI AMMISSIBILI

ELIMINATO

Relativamente ai metodi di calcolo, è d'obbligo il Metodo agli stati limite di cui al § 2.6.

Per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, è ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili. Per tali verifiche si deve fare riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. LL. PP. 14.02.92, per le strutture in calcestruzzo e in acciaio, al D.M. LL. PP. 20.11.87, per le strutture in muratura e al D.M. LL. PP. 11.03.88 per le opere e i sistemi geotecnici.

Le norme dette si debbono in tal caso applicare integralmente, salvo per i materiali e i prodotti, le azioni e il collaudo statico, per i quali valgono le prescrizioni riportate nelle presenti norme tecniche.

Le azioni sismiche debbono essere valutate assumendo pari a 5 il grado di sismicità S, quale definito al § B. 4 del D.M. LL. PP. 16.01.1996, ed assumendo le modalità costruttive e di calcolo di cui al D.M. LL. PP. citato, nonché alla Circ. LL. PP. 10.04.97, n. 65/AA.GG. e relativi allegati.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

NTC 2008

4 COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI
4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO
4.1.1 Valutazione della sicurezza e metodi di analisi
4.1.2 Verifiche agli stati limite
4.1.2.1 Verifiche agli stati limite ultimi
4.1.2.2 Verifiche agli stati limite di esercizio
4.1.3 Verifiche per situazioni transitorie
4.1.4 Verifiche per situazioni eccezionali
4.1.5 Verifiche mediante prove su strutture campione e su modelli
4.1.6 Dettagli costruttivi
4.1.7 Esecuzione

NTC 2018

4 COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI
4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO
4.1.1 Valutazione della sicurezza e metodi di analisi
4.1.2 Verifiche agli stati limite
4.1.2.1 Materiali
4.1.2.2 Stati limite di esercizio
4.1.2.3 Stati limite ultimi
4.1.3 Verifiche per situazioni transitorie
4.1.4 Verifiche per situazioni eccezionali
4.1.5 Progettazione integrata da prove e verifica mediante prove
4.1.6 Dettagli costruttivi
4.1.7 Esecuzione

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

[…]

Nel seguito si intendono per calcestruzzi ordinari i calcestruzzi conformi al presente cap. 4.1 ed al 11.2, con esclusione dei calcestruzzi di aggregati leggeri (LC), di cui al cap. 4.1.12, e di quelli fibrorinforzati.

[…]

Sulla base della denominazione normalizzata vengono definite le classi di resistenza della Tab. 4.1.I.

Tabella 4.1.I – *Classi di resistenza*

NTC 2008

CLASSE DI RESISTENZA
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C 32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

Tab. 4.1.I – *Classi di resistenza*

NTC 2018

Classe di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

Oltre alle classi di resistenza riportate in Tab. 4.1.I si possono prendere in considerazione le classi di resistenza già in uso C28/35 e C32/40.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.1. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E METODI DI ANALISI

4.1.1.1. ANALISI ELASTICA LINEARE

[...]

I valori di δ si ricavano dalle espressioni:

$\delta \geq 0{,}44 + 1{,}25 \cdot (0{,}6 + 0{,}0014/\varepsilon_{cu}) x / d$ per $f_{ck} \leq 50$ MPa [4.1.1]

$\delta \geq 0{,}54 + 1{,}25 \cdot (0{,}6 + 0{,}0014/\varepsilon_{cu}) x / d$ per $f_{ck} > 50$ MPa [4.1.2]

dove x è l'altezza della zona compressa dopo la ridistribuzione, d è l'altezza utile della sezione (Fig.4.1.4) ed ε_{cu} è definita in § 4.1.2.1.2.1.

Per le travi continue, le travi di telai in cui possono essere trascurati gli effetti del secondo ordine e le solette, il rapporto x/d nelle sezioni critiche non deve comunque superare il valore 0,45 per fck □ 50 MPa e 0,35 per fck > 50 MPa.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.1. MATERIALI

NTC 2008

4.1.2.1 Verifiche agli stati limite ultimi

4.1.2.1.1 Resistenze di calcolo dei materiali

In accordo con il Cap. 11, le resistenze di calcolo f_d indicano le resistenze dei materiali, calcestruzzo ed acciaio, ottenute mediante l'espressione:

$$f_d = f_k / \gamma_M \qquad (4.1.3)$$

ELIMINATO

dove:

f_k sono le resistenze caratteristiche del materiale;

γ_M sono i coefficienti parziali per le resistenze, comprensivi delle incertezze del modello e della geometria, che possono variare in funzione del materiale, della situazione di progetto e della particolare verifica in esame.

4.1.2.1.1.1 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Per il calcestruzzo la resistenza di calcolo a compressione, f_{cd}, è:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C \qquad (4.1.4)$$

dove:

α_{cc} è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata;

γ_C è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo;

f_{ck} è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni.

Il coefficiente γ_C è pari ad 1,5.

Il coefficiente α_{cc} è pari a 0,85.

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, …) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori minori di 50 mm, la resistenza di calcolo a compressione va ridotta a $0{,}80 f_{cd}$.

Il coefficiente γ_C può essere ridotto da 1,5 a 1,4 per produzioni continuative di elementi o strutture, soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valor medio) della resistenza non superiore al 10%. Le suddette produzioni devono essere inserite in un sistema di qualità di cui al § 11.8.3.

NTC 2018

4.1.2.1 MATERIALI

4.1.2.1.1 Resistenze di progetto dei materiali

4.1.2.1.1.1 Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo

Per il calcestruzzo la resistenza di progetto a compressione, f_{cd}, è:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c \qquad [4.1.3]$$

dove:

α_{cc} è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata;

γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo;

f_{ck} è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni.

Il coefficiente γ_c è pari ad 1,5.

Il coefficiente α_{cc} è pari a 0,85.

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, …) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori minori di 50 mm, la resistenza di progetto a compressione va ridotta a $0{,}80\ f_{cd}$.

Il coefficiente γ_c può essere ridotto da 1,5 a 1,4 per produzioni continuative di elementi o strutture, soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valor medio) della resistenza non superiore al 10%. Le suddette produzioni devono essere inserite in un sistema di qualità di cui al § 11.8.3.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.1. MATERIALI

NTC 2008

4.1.2.1.1.4 Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo

La resistenza tangenziale di aderenza di calcolo f_{bd} vale:

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_C \qquad (4.1.7)$$

dove:

γ_C è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo, pari a 1,5;

f_{bk} è la resistenza tangenziale caratteristica di aderenza data da:

$$f_{bk} = 2{,}25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} \qquad (4.1.8)$$

in cui

$\eta = 1{,}0$ per barre di diametro $\phi \leq 32$ mm

$\eta = (132 - \phi)/100$ per barre di diametro superiore.

Nel caso di armature molto addensate o ancoraggi in zona di calcestruzzo teso, la resistenza di aderenza va ridotta dividendola almeno per 1,5.

NTC 2018

4.1.2.1.1.4 ***Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo***

La resistenza tangenziale di aderenza di progetto f_{bd} vale:

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c \qquad [4.1.6]$$

dove:

γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo, pari a 1,5;

f_{bk} è la resistenza tangenziale caratteristica di aderenza data da:

$$f_{bk} = 2{,}25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} \qquad [4.1.7]$$

in cui

$\eta_1 = 1{,}0$ in condizioni di buona aderenza;

$\eta_1 = 0{,}7$ in condizioni di non buona aderenza, quali nei casi di armature molto addensate, ancoraggi in zona tesa, ancoraggi in zone superiori di getto, in elementi strutturali realizzati con casseforme scorrevoli, a meno che non si adottino idonei provvedimenti;

$\eta_2 = 1{,}0$ per barre di diametro $\Phi \leq 32$ mm

$\eta_2 = (132 - \Phi)/100$ per barre di diametro superiore

La lunghezza di ancoraggio di progetto e la lunghezza di sovrapposizione sono influenzate dalla forma delle barre, dal copriferro, dall'effetto di confinamento dell'armatura trasversale, dalla presenza di barre trasversali saldate, dalla pressione trasversale lungo la lunghezza di ancoraggio e dalla percentuale di armatura sovrapposta rispetto all'armatura totale. Per le regole di dettaglio da adottare si potrà fare utile riferimento alla sezione 8 di UNI EN 1992-1-1:2015.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.1. MATERIALI

NTC 2008

4.1.2.1.2 Resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali)

4.1.2.1.2.1 Ipotesi di base

Senza escludere specifici approfondimenti, necessari in particolare nel caso di elementi costituiti da calcestruzzo di classe di resistenza superiore a C45/55, per la valutazione della resistenza ultima delle sezioni di elementi monodimensionali nei confronti di sforzo normale e flessione, si adotteranno le seguenti ipotesi:

- conservazione delle sezioni piane;
- perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;
- deformazione iniziale dell'armatura di precompressione considerata nelle relazioni di congruenza della sezione.

ELIMINATO

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura si dedurranno, a partire dalle deformazioni, utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione;

4.1.2.1.2.2 Diagrammi di calcolo tensione-deformazione del calcestruzzo

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale, modelli definiti in base alla resistenza di calcolo f_{cd} ed alla deformazione ultima ε_{cu}.

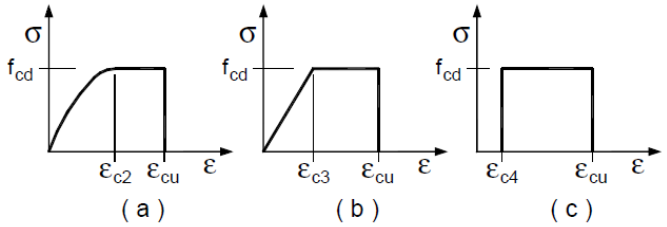


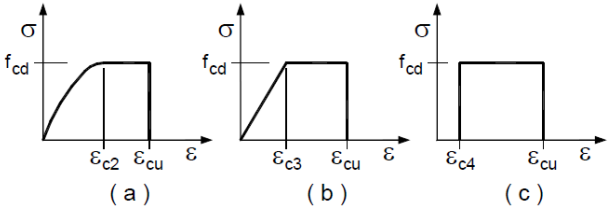
Figura 4.1.1 – *Modelli σ-ε per il calcestruzzo*

NTC 2018

4.1.2.1.2 Diagrammi di progetto dei materiali

4.1.2.1.2.1 Diagrammi di progetto tensione-deformazione del calcestruzzo

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale, definiti in base alla resistenza di progetto f_{cd} e alla deformazione ultima di progetto ε_{cu}.



4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.1. MATERIALI

NOVITA' NTC2018: NUOVO CAPITOLO INSERITO

Calcestruzzo confinato

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo confinato è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale in stato triassiale. Questi modelli possono essere adottati nel calcolo sia della resistenza ultima sia della duttilità delle sezioni e devono essere applicati alle sole zone confinate della sezione.

Il confinamento del calcestruzzo è normalmente generato da staffe chiuse e legature interne, che possono raggiungere la tensione di snervamento a causa della dilatazione laterale del calcestruzzo stesso a cui tendono ad opporsi. Il confinamento consente al calcestruzzo di raggiungere tensioni e deformazioni più elevate di quelle proprie del calcestruzzo non confinato. Le altre caratteristiche meccaniche si possono considerare inalterate.

In assenza di più precise determinazioni basate su modelli analitici di comprovata validità, è possibile utilizzare la relazione tensione-deformazione rappresentata in Fig. 4.1.2 (dove le deformazioni di compressione sono assunte positive), in cui la resistenza caratteristica e le deformazioni del calcestruzzo confinato sono valutate secondo le relazioni seguenti:

$$f_{ck,c} = f_{ck} \cdot \left(1{,}0 + 5{,}0 \cdot \sigma_2 / f_{ck}\right) \quad \text{per} \quad \sigma_2 \le 0{,}05 f_{ck} \qquad [4.1.8]$$

$$f_{ck,c} = f_{ck} \cdot \left(1{,}125 + 2{,}5 \cdot \sigma_2 / f_{ck}\right) \quad \text{per} \quad \sigma_2 > 0{,}05 f_{ck} \qquad [4.1.9]$$

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \cdot \left(f_{ck,c} / f_{ck}\right)^2 \qquad [4.1.10]$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu} + 0{,}2 \cdot \sigma_2 / f_{ck} \qquad [4.1.11]$$

$$f_{cd,c} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck,c} / \gamma_c \qquad [4.1.12]$$

essendo σ_2 la pressione laterale efficace di confinamento allo *SLV* mentre ε_{c2} ed ε_{cu} sono valutate in accordo al § 4.1.2.1.2.1.

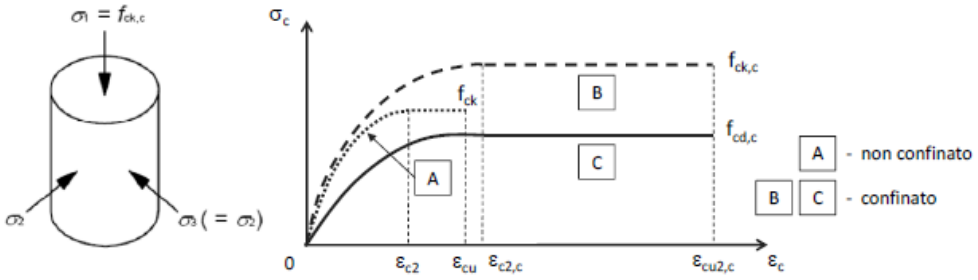


Fig. 4.1.2 – *Modelli σ-ε per il calcestruzzo confinato*

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.1. MATERIALI

NOVITA' NTC2018: NUOVO CAPITOLO INSERITO

Calcestruzzo confinato

La pressione efficace di confinamento σ_2 può essere determinata attraverso la relazione seguente:

$$\sigma_2 = \alpha \cdot \sigma_l \qquad [4.1.12.a]$$

dove α è un coefficiente di efficienza (≤ 1), definito come rapporto fra il volume $V_{c,eff}$ di calcestruzzo efficacemente confinato ed il volume V_c dell'elemento di calcestruzzo, depurato da quello delle armature longitudinali (generalmente trascurabile) e σ_l è la pressione di confinamento esercitata dalle armature trasversali.

La pressione laterale può essere valutata, per ogni direzione principale della sezione, direttamente da considerazioni di equilibrio sul nucleo confinato, in corrispondenza della tensione di snervamento dell'armatura trasversale, come di seguito indicato.

a) Per sezioni rettangolari

Per le due direzioni principali della sezione x e y valgono, rispettivamente, le relazioni:

$$\sigma_{l,x} = \frac{A_{st,x} \cdot f_{yk,st}}{b_y \cdot s} \; ; \quad \sigma_{l,y} = \frac{A_{st,y} \cdot f_{yk,st}}{b_x \cdot s} \qquad [4.1.12.b]$$

dove $A_{st,x}$ e $A_{st,y}$ sono il quantitativo totale (aree delle sezioni) di armatura trasversale in direzione parallela, rispettivamente, alle direzioni principali x e y, b_x e b_y sono le dimensioni del nucleo confinato nelle direzioni corrispondenti (con riferimento alla linea media delle staffe), s è il passo delle staffe, $f_{yk,st}$ è la tensione caratteristica dell'acciaio delle staffe.

La pressione laterale equivalente σ_l può essere determinata attraverso la relazione:

$$\sigma_l = \sqrt{\sigma_{l,x} \cdot \sigma_{l,y}} \qquad [4.1.12.c]$$

b) Per sezioni circolari

$$\sigma_l = \frac{2A_{st} \cdot f_{yk,st}}{D_0 \cdot s} \qquad [4.1.12.d]$$

dove: A_{st} è l'area della sezione della staffa, D_0 è il diametro del nucleo confinato (con riferimento alla linea media delle staffe).

Il coefficiente di efficienza α può essere valutato come prodotto di un termine relativo alla disposizione delle armature trasversali nel piano della sezione e di un termine relativo al passo delle staffe, attraverso la relazione:

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s \qquad [4.1.12.e]$$

con:

a) per sezioni rettangolari

$$\alpha_n = 1 - \sum_n b_i^2 / \left(6 \cdot b_x \cdot b_y\right) \qquad [4.1.12.f]$$

$$\alpha_s = \left[1 - s/\left(2 \cdot b_x\right)\right] \cdot \left[1 - s/\left(2 \cdot b_y\right)\right] \qquad [4.1.12.g]$$

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.1. MATERIALI

NOVITA' NTC2018: NUOVO CAPITOLO INSERITO

Calcestruzzo confinato

dove: n è il numero totale di barre longitudinali contenute lateralmente da staffe o legature, b_i è la distanza tra barre consecutive contenute.

b) per sezioni circolari

$$\alpha_n = 1 \qquad [4.1.12.h]$$

$$\alpha_s = \left[1 - s/\left(2 \cdot D_0\right)\right]^{\beta} \qquad [4.1.12.i]$$

dove: $\beta = 2$ per staffe circolari singole, $\beta = 1$ per staffa a spirale.

Nella valutazione della capacità della sezione il contributo del copriferro non deve essere considerato nelle zone esterne al nucleo confinato in cui la deformazione massima supera la deformazione ultima del calcestruzzo non confinato.

Nel caso di utilizzo di rinforzi appositamente progettati per il confinamento degli elementi è possibile considerare i modelli di comportamento riportati in riferimenti tecnici di comprovata validità.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO

NTC 2008

4.1.2.2.3 Verifica delle vibrazioni

Quando necessario:

- al fine di assicurare accettabili livelli di benessere (dal punto di vista delle sensazioni percepite dagli utenti),
- al fine di prevenire possibili danni negli elementi secondari e nei componenti non strutturali,
- in tutti i casi per i quali le vibrazioni possono danneggiare il funzionamento di macchine e apparecchiature,

si effettuerà la verifica delle vibrazioni.

NTC 2018

4.1.2.2.3 Stato limite per vibrazioni

Quando richiesto, devono essere individuati limiti per vibrazioni:

- al fine di assicurare accettabili livelli di benessere (dal punto di vista delle sensazioni percepite dagli utenti),
- al fine di prevenire possibili danni negli elementi secondari e nei componenti non strutturali,
- al fine di evitare possibili danni che compromettano il funzionamento di macchine e apparecchiature.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO

NTC 2008

4.1.2.2.4.3 Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III con riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Tabella 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

4.1.2.2.4.4 Sensibilità delle armature alla corrosione

Le armature si distinguono in due gruppi:

- armature sensibili;
- armature poco sensibili.

Appartengono al primo gruppo gli acciai da precompresso.

Appartengono al secondo gruppo gli acciai ordinari.

Per gli acciai zincati e per quelli inossidabili si può tener conto della loro minor sensibilità alla corrosione.

NTC 2018

4.1.2.2.4.2 *Condizioni ambientali*

Ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche e della protezione contro il degrado del calcestruzzo, le condizioni ambientali possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella Tab. 4.1.III con riferimento alle classi di esposizione definite nelle *Linee Guida per il calcestruzzo strutturale* emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nonché nella UNI EN 206:2016 .

Tab. 4.1.III – *Descrizione delle condizioni ambientali*

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

4.1.2.2.4.3 *Sensibilità delle armature alla corrosione*

Le armature si distinguono in due gruppi:

– armature sensibili;

– armature poco sensibili.

Appartengono al primo gruppo gli acciai da precompresso.

Appartengono al secondo gruppo gli acciai ordinari.

Per gli acciai zincati e per quelli inossidabili, si può tener conto della loro minor sensibilità alla corrosione sulla base di documenti di comprovata validità.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.3. STATI LIMITE ULTIMI

NOVITA' NTC2018: NUOVO CAPITOLO INSERITO

4.1.2.3 STATI LIMITE ULTIMI

4.1.2.3.1 Generalità

Si deve verificare il rispetto dei seguenti stati limite:

– resistenza,

– duttilità.

4.1.2.3.2 Stato limite di resistenza

Si deve verificare il rispetto dei seguenti stati limite:
- resistenza flessionale in presenza e in assenza di sforzo assiale,
- resistenza a taglio e punzonamento,
- resistenza a torsione,
- resistenza di elementi tozzi,
- resistenza a fatica,
- stabilità di elementi snelli.

4.1.2.3.3 Stato limite di duttilità

Si deve verificare, ove richiesto al § 7.4 delle presenti norme, il rispetto del seguente stato limite:
- duttilità flessionale in presenza e in assenza di sforzo assiale.

4.1.2.3.4 Resistenza flessionale e duttilità massima in presenza e in assenza di sforzo assiale

4.1.2.3.4.1 *Ipotesi di base*

Per la valutazione della resistenza flessionale in presenza e in assenza di sforzo assiale delle sezioni di elementi monodimensionali, si adottano le seguenti ipotesi:

– conservazione delle sezioni piane;

– perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;

– deformazione iniziale dell'armatura di precompressione considerata nelle relazioni di congruenza della sezione.

– resistenza a trazione del calcestruzzo nulla.

TESTO COORDINATO

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.3. STATI LIMITE ULTIMI

4.1.2.3.4.2 Verifiche di resistenza e duttilità ~~4.1.2.1.2.4 Analisi della sezione~~

Con riferimento alla sezione pressoinflessa, rappresentata in Fig. 4.1.4, , **in termini di resistenza e duttilità, si determina in base alle** ~~assieme ai diagrammi di deformazione e di sforzo così come dedotti dalle~~ ipotesi **di calcolo** e dai modelli σ - e di cui nei punti precedenti, ~~la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:~~

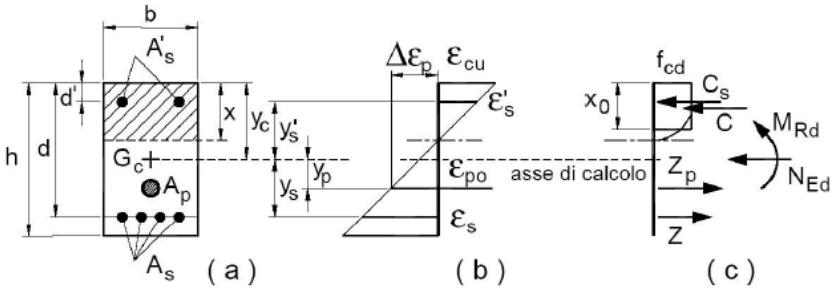


Fig. 4.1.4 – *Sezione pressoinflessa*

Le verifiche si eseguono confrontando la capacità, espressa in termini di resistenza e, quando richiesto al § 7.4 delle presenti norme, di duttilità, con la corrispondente domanda, secondo le relazioni:

NOVITA' NTC2018

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed} \qquad [4.1.18a]$$

$$\mu_\phi = \mu_\phi(N_{Ed}) \geq \mu_{Ed} \qquad [4.1.18b]$$

dove

M_{Rd} è il valore di progetto del momento resistente corrispondente a N_{Ed};

N_{Ed} è il valore di progetto dello sforzo normale sollecitante;

M_{Ed} è il valore di progetto del momento di domanda;

NOVITA' NTC2018

μ_ϕ è il valore di progetto della duttilità di curvatura corrispondente a N_{Ed};

μ_{Ed} è la domanda in termini di duttilità di curvatura.

Nel caso di pilastri soggetti a compressione assiale, si deve comunque assumere una componente flettente dello sforzo:

$$MEd = e \times NEd$$

con eccentricità e pari almeno a ~~0,05h ≥ 20mm (con h altezza della sezione)~~ **1/200 dell'altezza libera di inflessione del pilastro e comunque non minore di 20 mm.**

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.3. STATI LIMITE ULTIMI

4.1.2.3.4.2 Verifiche di resistenza e duttilità ~~4.1.2.1.2.4 Analisi della sezione~~

Nel caso di pressoflessione deviata la verifica della sezione può essere posta nella forma

$$\left(\frac{M_{E_{yd}}}{M_{R_{yd}}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{E_{zd}}}{M_{R_{zd}}}\right)^{\alpha} \leq 1 \qquad [4.1.19]$$

dove

$M_{E_{yd}}$, $M_{E_{zd}}$ sono i valori di progetto delle due componenti di flessione retta della sollecitazione attorno agli assi y e z;

$M_{R_{yd}}$, $M_{R_{zd}}$ sono i valori di progetto dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti a N_{Ed} valutati separatamente attorno agli assi y e z.

L'esponente α può dedursi in funzione della geometria della sezione e dei parametri

$$\nu = N_{Ed}/N_{Rcd} \qquad [4.1.20]$$

$$\omega_t = A_t \cdot f_{yd}/N_{Rcd} \qquad [4.1.21]$$

con $N_{Rcd} = A_c \cdot f_{cd}$.

NOVITA' NTC2018

In mancanza di una specifica valutazione, può assumersi:

- per sezioni rettangolari:

N_{Ed}/N_{Rcd}	0,1	0,7	1,0
α	1,0	1,5	2,0

con interpolazione lineare per valori diversi di N_{Ed}/N_{Rcd};

- per sezioni circolari ed ellittiche: $\alpha = 2$.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.3. STATI LIMITE ULTIMI

4.1.2.3.4.2 Verifiche di resistenza e duttilità ~~4.1.2.1.2.4 Analisi della sezione~~

NOVITA' NTC2018

La capacità in termini di fattore di duttilità in curvatura μ_ϕ può essere calcolata, separatamente per le due direzioni principali di verifica, come rapporto tra la curvatura cui corrisponde una riduzione del 15% della massima resistenza a flessione – oppure il raggiungimento della deformazione ultima del calcestruzzo e/o dell'acciaio – e la curvatura convenzionale di prima plasticizzazione ϕ_{yd} espressa dalla relazione seguente:

$$\phi_{yd} = \frac{M_{Rd}}{M'_{yd}} \cdot \phi'_{yd}$$

dove:

ϕ'_{yd} è la minore tra la curvatura calcolata in corrispondenza dello snervamento dell'armatura tesa e la curvatura calcolata in corrispondenza della deformazione di picco (ε_{c2} se si usa il modello parabola-rettangolo oppure ε_{c3} se si usa il modello triangolo-rettangolo) del calcestruzzo compresso;

M_{Rd} è il momento resistente della sezione allo SLU;

M'_{yd} è il momento corrispondente a ϕ'_{yd} e può essere assunto come momento resistente massimo della sezione in campo sostanzialmente elastico.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.3. STATI LIMITE ULTIMI

4.1.2.3.5 Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti

ELEMENTI SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO

Senza escludere specifici approfondimenti, ~~necessari in particolare nel caso di elementi costituiti da calcestruzzo di classe di resistenza superiore a C45/55,~~ per la valutazione delle resistenze ultime di elementi monodimensionali nei confronti di sollecitazioni taglianti e **delle resistenze ultime per punzonamento,** si deve considerare quanto segue.

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \qquad [4.1.22]$$

dove V_{Ed} è il valore di progetto dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \max\left\{\left[0{,}18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}\right] b_w \cdot d;\ (v_{min} + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d\right\} \qquad [4.1.23]$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$

$v_{min} = 0{,}035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale tesa (≤ 0,02) che si estende per non meno di (l_{bd} + d) oltre la sezione considerata, dove l_{bd} è la lunghezza di ancoraggio;

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$ [MPa] è la tensione media di compressione nella sezione (≤ 0,2 f_{cd});

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

NOVITA' NTC2018

Nel caso di elementi in calcestruzzo armato precompresso disposti in semplice appoggio, nelle zone non fessurate da momento flettente (con tensioni di trazione non superiori a f_{ctd}) la resistenza di progetto può valutarsi, in via semplificativa, con la formula:

$$V_{Rd} = 0{,}7 \cdot b_w \cdot d\ (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} \cdot f_{ctd})^{1/2} \qquad [4.1.24]$$

In presenza di significativi sforzi di trazione, la resistenza a taglio del calcestruzzo è da considerarsi nulla e, in tal caso, non è possibile adottare elementi sprovvisti di armatura trasversale.

Le armature longitudinali, oltre ad assorbire gli sforzi conseguenti alle sollecitazioni di flessione, devono assorbire quelli provocati dal taglio dovuti all'inclinazione delle fessure rispetto all'asse della trave, inclinazione assunta pari a 45°. In particolare, in corrispondenza degli appoggi, le armature longitudinali devono assorbire uno sforzo pari al taglio sull'appoggio.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.3. STATI LIMITE ULTIMI

4.1.2.3.5 Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti

ELEMENTI CON ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTE A TAGLIO

[...]

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \qquad (4.1.17)$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0{,}9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\mathrm{ctg}\alpha + \mathrm{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha \qquad (4.1.18)$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0{,}9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\mathrm{ctg}\alpha + \mathrm{ctg}\theta)/(1 + \mathrm{ctg}^2\theta) \qquad (4.1.19)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd}) \qquad (4.1.20)$$

dove d, b_w e σ_{cp} hanno il significato già visto in § 4.1.2.1.3.1. e inoltre si è posto:

A_{sw} area dell'armatura trasversale;
s interasse tra due armature trasversali consecutive;
α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
f'_{cd} resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0{,}5 \cdot f_{cd}$);
α_c coefficiente maggiorativo pari a

1	per membrature non compresse
$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0{,}25\ f_{cd}$
1,25	per $0{,}25\ f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0{,}5\ f_{cd}$
$2{,}5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0{,}5\ f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

In presenza di significativo sforzo assiale, ad esempio conseguente alla precompressione, si dovrà aggiungere la limitazione:

ELIMINATO

$$(\mathrm{ctg}\theta_I \leq \mathrm{ctg}\theta) \qquad (4.1.21)$$

dove θ_I è l'angolo di inclinazione della prima fessurazione ricavato da ctg $\theta_I = \tau/\sigma_I$ mentre τ e σ_I sono rispettivamente la tensione tangenziale e la tensione principale di trazione sulla corda baricentrica della sezione intesa interamente reagente.

Le armature longitudinali, dimensionate in base alle sollecitazioni flessionali, dovranno essere prolungate di una misura pari a

$$a_l = 0{,}9 \cdot d \cdot (\mathrm{ctg}\theta - \mathrm{ctg}\alpha)/2 \geq 0 \qquad (4.1.22)$$

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.3. STATI LIMITE ULTIMI

4.1.2.3.5 Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti

TESTO COORDINATO

4.1.2.1.3.4 Verifica al PUNZONAMENTO di lastre soggette a carichi concentrati

Solette piene, solette nervate a sezione piena sopra alle colonne e fondazioni ~~Le lastre~~ devono essere verificate nei riguardi del punzonamento allo stato limite ultimo, in corrispondenza dei pilastri e di carichi concentrati.

In mancanza di un'armatura trasversale appositamente dimensionata, la resistenza al punzonamento deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo, intendendo la sollecitazione distribuita su di un perimetro efficace di piastra distante 2d dall'impronta caricata, con d altezza utile (media) della piastra stessa.

~~Nel caso in cui si disponga una apposita armatura, l'intero sforzo allo stato limite ultimo dovrà essere affidato all'armatura.~~

Se, sulla base del calcolo, la resistenza a trazione del calcestruzzo sul perimetro efficace non è sufficiente per fornire la richiesta resistenza al punzonamento, vanno inserite apposite armature al taglio. Queste armature vanno estese fino al perimetro più esterno sul quale la resistenza a trazione del calcestruzzo risulta sufficiente. Per la valutazione della resistenza al punzonamento si può fare utile riferimento al § 6.4.4 della norma UNI EN1992-1-1 nel caso di assenza di armature al taglio, al § 6.4.5 della norma UNI EN1992-1-1 nel caso di presenza di armature al taglio.

Nel caso di piastre di fondazione si adotteranno opportuni adattamenti del modello sopra citato.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.3. STATI LIMITE ULTIMI

4.1.2.3.6 Resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti

Sollecitazioni composte

a) Torsione, flessione e sforzo normale

Le armature longitudinali calcolate come sopra indicato per la resistenza nei riguardi della sollecitazione torcente devono essere aggiunte a quelle calcolate nei riguardi delle verifiche per flessione.

Si applicano inoltre le seguenti regole:

- nella zona tesa all'armatura longitudinale richiesta dalla sollecitazione di flessione e sforzo normale, deve essere aggiunta l'armatura richiesta dalla torsione;
- nella zona compressa, se la tensione di trazione dovuta alla torsione è minore della tensione di compressione nel calcestruzzo dovuta alla flessione e allo sforzo normale, non è necessaria armatura longitudinale aggiuntiva per torsione.

b) Torsione e taglio

Per quanto riguarda la crisi lato calcestruzzo, la resistenza massima di una membratura soggetta a torsione e taglio è limitata dalla resistenza delle bielle compresse di calcestruzzo. Per non eccedere tale resistenza deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rcd}} \leq 1 \qquad (4.1.32)$$

I calcoli per il progetto delle staffe possono effettuarsi separatamente per la torsione e per il taglio, sommando o sottraendo su ogni lato le aree richieste sulla base del verso delle relative tensioni. ELIMINATO

Per l'angolo θ delle bielle compresse di conglomerato cementizio deve essere assunto un unico valore per le due verifiche di taglio e torsione.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

4.1.2.3. STATI LIMITE ULTIMI

4.1.2.3.6 Resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti

NTC 2018

4.1.2.3.9.2 *Verifiche di stabilità per elementi snelli*

Snellezza limite per pilastri singoli

In via approssimata gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza λ non supera il valore limite

$$\lambda_{lim} = \frac{25}{\sqrt{\nu}} \qquad [4.1.41]$$

dove

$\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$ è l'azione assiale adimensionalizzata.

La snellezza è calcolata come rapporto tra la lunghezza libera di inflessione, l_0, ed il raggio d'inerzia, i, della sezione di calcestruzzo non fessurato:

$$\lambda = l_0 / i \qquad [4.1.42]$$

dove in particolare l_0 va definita in base ai vincoli d'estremità ed all'interazione con eventuali elementi contigui.

Per le pareti il calcolo di l_0 deve tenere conto delle condizioni di vincolo sui quattro lati e del rapporto tra le dimensioni principali nel piano.

NOVITA' NTC2018

NTC 2008

$$\lambda_{lim} = 15{,}4\frac{C}{\sqrt{\nu}} \qquad (4.1.33)$$

dove

$\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$ è l'azione assiale adimensionale;

$C = 1{,}7 - r_m$ dipende dalla distribuzione dei momenti flettenti del primo ordine ($0{,}7 \le C \le 2{,}7$);

$r_m = M_{01} / M_{02}$ è il rapporto fra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro, positivo se i due momenti sono discordi sulla trave (con $|M_{02}| \ge |M_{01}|$).

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.5 PROGETTAZIONE INTEGRATA DA PROVE E VERIFICA MEDIANTE PROVE

TESTO COORDINATO

La resistenza e la funzionalità di strutture e elementi strutturali può essere misurata attraverso prove su campioni di adeguata numerosità.

~~La procedura di prova e di interpretazione delle misure sarà effettuata secondo norme di comprovata validità.~~

I risultati delle prove eseguite su opportuni campioni devono essere trattati con i metodi dell'analisi statistica, in modo tale da ricavare parametri significativi quali media, deviazione standard e fattore di asimmetria della distribuzione, sì da caratterizzare adeguatamente un modello probabilistico descrittore delle quantità indagate (variabili aleatorie).
Indicazioni più dettagliate al riguardo e metodi operativi completi per la progettazione integrata da prove possono essere reperiti nella Appendice D della UNI EN 1990:2006.

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.6. DETTAGLI COSTRUTTIVI

4.1.6.1. ELEMENTI MONODIMENSIONALI: TRAVI E PILASTRI

4.1.6.1.1 Armatura delle travi

L'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \quad \text{e comunque non minore di } 0,0013 \cdot b_t \cdot d \,, \qquad (4.1.43)$$

dove:

b_t rappresenta la larghezza media della zona tesa; per una trave a T con piattabanda compressa, nel calcolare il valore di b_t si considera solo la larghezza dell'anima;

d è l'altezza utile della sezione;

f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione assiale definita nel § 11.2.10.2;

f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio.

TESTO COORDINATO

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, ~~calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio.~~ **calcolata coerentemente con il modello a traliccio adottato per il taglio e quindi applicando la regola della traslazione della risultante delle trazioni dovute al momento flettente, in funzione dell'angolo di inclinazione assunto per le bielle compresse di calcestruzzo.**

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente $A_{s,max} = 0,04\ A_c$, essendo A_c l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5\ b\ mm^2/m$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Eventuali armature longitudinali compresse di diametro ϕ prese in conto nei calcoli di resistenza devono essere trattenute da armature trasversali con spaziatura non maggiore di 15ϕ

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.6. DETTAGLI COSTRUTTIVI

4.1.6.1.3 Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo. Gli elementi strutturali devono essere verificati allo stato limite di fessurazione secondo il § 4.1.2.2.4.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature; a tale scopo si può fare utile riferimento alla UNI EN 1992-1-1.

NOVITA' NTC2018

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

4.1.6.1.4 Ancoraggio delle barre e loro giunzione

Le armature longitudinali devono essere interrotte oppure sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di quanto prescritto al § 4.1.2.3.10. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldatura, eseguita in conformità alla norma UNI EN ISO 17660-1:2007. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali giunzioni sono qualificate secondo quanto indicato al § 11.3.2.9.

NOVITA' NTC2018!

NTC2008: «.. Non minore di 20 volte il diametro della barra»

Per barre di diametro Ø >32 mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Nell'assemblaggio o unione di due barre o elementi di armatura di acciaio per calcestruzzo armato possono essere usate giunzioni meccaniche mediante manicotti che garantiscano la continuità. Le giunzioni meccaniche possono essere progettate con riferimento a normative o documenti di comprovata validità.

NOVITA' NTC2018

UNI EN 1992 – 1 – 1

SEZIONE 4		**DURABILITÀ E COPRIFERRI**	36
4.1		Generalità	36
4.2		Condizioni ambientali	36
	prospetto 4.1	Classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali, in conformità alla EN 206-1	37
4.3		Requisiti di durabilità	38
4.4		Metodi di verifica	38
4.4.1		Copriferro	38
4.4.1.1		Generalità	38
4.4.1.2		Copriferro minimo, c_{min}	38
	prospetto 4.2	Copriferro minimo, $c_{min,b}$, richiesto con riferimento all'aderenza	39
	prospetto 4.3N	Classificazione strutturale raccomandata	39
	prospetto 4.4N	Valori del copriferro minimo, $c_{min,dur}$, requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080	40
	prospetto 4.5N	Valori del copriferro minimo, $c_{min,dur}$, requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da precompressione	40
4.4.1.3		Margine di progetto per gli scostamenti	41

prospetto 4.4N **Valori del copriferro minimo, $c_{min,dur}$, requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080**

Requisito ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

prospetto 4.5N **Valori del copriferro minimo, $c_{min,dur}$, requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da precompressione**

Requisito ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	15	20	25	30	35	40
S2	10	15	25	30	35	40	45
S3	10	20	30	35	40	45	50
S4	10	25	35	40	45	50	55
S5	15	30	40	45	50	55	60
S6	20	35	45	50	55	60	65

prospetto 4.2 **Copriferro minimo, $c_{min,b}$, richiesto con riferimento all'aderenza**

Requisito relativo all'aderenza	
Disposizione delle armature	Copriferro minimo $c_{min,b}$ *)
Isolate	Diametro della barra
Raggruppate	Diametro equivalente (ϕ_n) (vedere punto 8.9.1)
*) Se la dimensione nominale massima dell'aggregato è maggiore di 32 mm, si raccomanda di maggiorare $c_{min,b}$ di 5 mm.	

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

4.1.7. ESECUZIONE

TESTO COORDINATO

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali.

Analoga attenzione dovrà essere posta nella progettazione delle armature per quanto riguarda: la definizione delle posizioni, le tolleranze di esecuzione e le modalità di piegatura.

Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1~~: 2001 "Esecuzione di strutture in calcestruzzo – Requisiti comuni".~~

5.1.2.4 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto ~~dovrà~~ **deve** essere corredato da **uno studio di compatibilità' idraulica costituito da** una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte.

L'ampiezza e l'approfondimento ~~della relazione~~ **dello studio** e delle indagini che ne costituiscono la base ~~saranno~~ **devono essere** commisurati all'importanza del problema **ed al livello di progettazione.**

Deve in ogni caso essere definita una piena di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno Tr pari a 200 anni (Tr = 200).

Coerentemente al livello di progettazione, lo studio di compatibilità idraulica deve riportare:

- **l'analisi idrologica degli eventi di massima piena e stima della loro frequenza probabile**
- **la definizione dei mesi dell'anno durante i quali siano da attendersi eventi di piena, con riferimento alla prevista successione delle fasi costruttive;**
- **la definizione della scala delle portate nelle condizioni attuali, di progetto, e nelle diverse fasi costruttive previste, corredata dal calcolo del profilo di rigurgito indotto dalla presenza delle opere in alveo, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti;**
- **la valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni di pile, spalle e relative fondazioni, nonché di altre opere in alveo provvisionali e definitive, tenendo conto della possibile formazione di ammassi di detriti galleggianti oltre che dei fenomeni erosivi generalizzati conseguenti al restringimento d'alveo;**
- **l'esame delle conseguenze di urti ed abrasioni dovuti alla presenza di natanti e corpi flottanti.**

TESTO COORDINATO

~~Di norma~~ il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati **la sezione del** ~~il~~ corso d'acqua ~~attivo~~ **interessata dalla piena di progetto** e, se arginato, i corpi arginali.

Qualora ~~eccezionalmente~~ fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce **netta** minima tra pile contigue, **o fra pila e spalla del ponte,** misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non ~~dovrà~~ **deve** essere inferiore a 40 metri.

Per i ponti esistenti eventualmente interessati da luci nette di misura inferiore è ammesso l'allargamento della piattaforma, a patto che questo non comporti modifiche dimensionali delle pile, delle spalle o della pianta delle fondazioni di queste, e nel rispetto del franco idraulico come nel seguito precisato.

In tutti gli altri casi deve essere richiesta l'autorizzazione dell' ~~Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall'~~ Autorità competente, **che si esprime** previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

5.1.2.4 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Nel caso di pile e/o spalle in alveo cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni **in corrispondenza delle fondazioni** ~~**dell'alveo**~~ e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle **tenuto anche conto del materiale galleggiante che il corso d'acqua può trasportare. In tali situazioni, una stima anche speditiva dello scalzamento è da sviluppare fin dai primi livelli di progettazione.**

~~La quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni. Il franco di sottotrave e la distanza tra il fondo alveo e la quota di sottotrave dovranno essere assunte~~ **Il franco idraulico, definito come la distanza liquida di progetto immediatamente a monte del ponte e l'intradosso delle strutture, è da assumersi non inferiore a 1,50 m e comunque dovrà essere scelto** tenendo conto **di considerazioni e previsioni sul** trasporto solido di fondo e sul trasporto di materiale galleggiante**, garantendo una adeguata distanza tra l'intradosso delle strutture ed il fondo alveo.**

Quando l'intradosso delle strutture non sia costituito da un'unica linea orizzontale tra gli appoggi, il franco idraulico deve essere assicurato per un'ampiezza centrale di 2/3 della luce, e comunque non inferiore a 40 m.

Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.

Lo scalzamento e le azioni idrodinamiche associate al livello idrico massimo che si verifica mediamente ogni anno (si assuma Tr = 1,001) devono essere combinate con le altre azioni variabili adottando valori del coefficiente Ψ_0 unitario.

Lo scalzamento e le azioni idrodinamiche associati all'evento di piena di progetto devono essere combinate esclusivamente con le altre azioni variabili da traffico, adottando per queste ultime i coefficienti di combinazione Ψ_1.

TESTO COORDINATO

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 7 «Progettazione per azioni sismiche»

7.PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

Il Cap. 7 della norma illustra, per ciascuna delle tipologie costruttive considerate nei capitoli 4, 5 e 6, i provvedimenti specifici da adottare, in presenza di azioni sismiche, finalizzandoli alla progettazione e costruzione delle nuove opere (per le opere esistenti si rimanda al Capitolo 8 delle **NTC** e C8 della presente circolare).

Le indicazioni relative ai modelli di calcolo, alle sollecitazioni e alle resistenze degli elementi strutturali **sono additive e non sostitutive** di quelle riportate nei Cap. 4 e 5. Si deve inoltre fare riferimento al Cap. 2, per le azioni e le loro combinazioni, e al Cap. 3, per le modalità di rappresentazione dell'azione sismica e la definizione della sua entità in relazione ai diversi stati limite da considerare. Particolare attenzione richiedono, infine, le indicazioni geotecniche specificamente antisismiche (§ 7.11), al solito additive e non sostitutive di quelle già riportate nel Cap. 6.

Ampio spazio è stato riservato, sia nelle **NTC** sia nel presente documento, alle costruzioni e ai ponti con isolamento e dissipazione di energia (§ 7.10 e C7.10); tale attenzione è giustificata dalla indiscutibile efficacia che tali tecniche hanno manifestato nel garantire i livelli prestazionali richiesti alle costruzioni antisismiche, particolarmente quando si vogliano perseguire strategie progettuali atte a minimizzare i danni, sia alle componenti strutturali, sia alle componenti non strutturali e agli impianti.

La norma fa sistematico riferimento alla EN 1998, risultando in sostanziale accordo con essa, ma è volutamente più sintetica e omogenea, dunque più semplice da utilizzare. Con tale finalità, particolare attenzione è stata dedicata a raccogliere, in una trattazione sintetica iniziale valida per tutte le tipologie costruttive, i requisiti comuni nei confronti degli stati limite (§ 7.1), i criteri generali di progettazione e modellazione (§ 7.2), i metodi di analisi e i criteri di verifica (§ 7.3), così da renderli il più possibile esaurienti e, nel contempo, perfettamente integrati nella trattazione generale e semplici da intendere ed impiegare. I paragrafi successivi (dal 7.4 al 7.11) sono poi dedicati alle diverse tipologie costruttive e a problemi specifici.

Le novità del Cap. 7 delle attuali **NTC** rispetto alla precedente versione sono più di carattere organizzativo che di carattere concettuale e verranno esaurientemente illustrate nei successivi paragrafi; tra le poche novità di carattere concettuale le principali sono:

- la scomparsa di qualunque riferimento alla zonazione sismica;
- la chiara distinzione tra progettazione in capacità (approccio concettuale con cui si persegue la duttilità) e gerarchia delle resistenze (strumento operativo impiegato per conseguirla);
- la sistematica adozione di tavole sinottiche di riepilogo dei diversi coefficienti, finalizzata a facilitare i confronti sistematici tra le diverse tipologie e i diversi stati limite.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 7 «Progettazione per azioni sismiche»

7.2.2.CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

Si sottolinea che, sebbene sia usuale e in generale consigliabile, progettare le costruzioni antisismiche facendo riferimento ad un comportamento strutturale dissipativo, la nuova versione delle **NTC**, a differenza della precedente, lascia libero il progettista di optare per uno dei due comportamenti, in relazione al particolare problema progettuale. Il comportamento strutturale non dissipativo (a) richiede che la struttura abbia resistenza tale da rimanere in campo sostanzialmente elastico per tutti gli stati limite considerati, dove "sostanzialmente" significa che sono ammesse unicamente non linearità derivanti da fessurazioni, scorrimenti delle barre di armatura e delle unioni, e limitate plasticizzazioni. Il comportamento strutturale dissipativo (b) si basa sulla duttilità e presuppone dunque l'accettazione del danneggiamento strutturale come strategia di protezione passiva per i terremoti di progetto agli stati limite ultimi.

Riferendosi ora, in particolare, al comportamento (b), si ammette, in generale, un danneggiamento esteso ma controllato della costruzione per i livelli di azione relativi a SLV e SLC e un possibile danneggiamento, di entità comunque limitata, per lo SLD.
Fanno eccezione le strutture dotate di isolamento alla base, per le quali anche i requisiti riferiti agli stati limite ultimi vengono conseguiti evitando significative escursioni in campo plastico degli elementi strutturali della sovrastruttura e della sottostruttura.
Nelle costruzioni convenzionali, ovvero prive di specifici dispositivi dissipativi, ai fini di un buon comportamento dissipativo d'insieme, le deformazioni inelastiche devono essere distribuite nel maggior numero possibile di elementi duttili.

In funzione della tecnologia costruttiva e dei materiali utilizzati, è dunque possibile separare i meccanismi deformativi essenzialmente fragili, quindi per loro natura scarsamente dissipativi, dai meccanismi duttili ai quali è invece possibile associare, mediante adeguati accorgimenti, significativa capacità di dissipare energia.

La progettazione deve dunque garantire l'attivazione di meccanismi deformativi, locali e globali, che concentrino la domanda di duttilità negli elementi più duttili (ad es. le travi) invece che negli elementi meno duttili (ad es. le pareti o i pilastri, particolarmente quelli soggetti a sforzi normali di compressione rilevanti) e che impediscano l'attivazione di meccanismi fragili (ad es. rottura a taglio di pareti, travi o pilastri, rottura di nodi trave-pilastro), sia locali sia globali, o globalmente instabili.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 7 «Progettazione per azioni sismiche»

7.2.2.CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

La norma definisce i criteri progettuali per conseguire il livello di duttilità prefissato; l'insieme di tali criteri costituisce la "*progettazione in capacità*".

In particolare, al fine di garantire il comportamento duttile locale e globale; fatta la distinzione tra elementi/meccanismi fragili e duttili, su ciascun elemento si determina:

- la domanda in termini di resistenza, stabilendo, in base a considerazioni di equilibrio, una "gerarchia delle resistenze" tra elementi/meccanismi fragili (più resistenti) e elementi/meccanismi duttili (meno resistenti);
- la domanda in termini di duttilità nelle zone destinate a plasticizzarsi, cui deve essere garantito un comportamento inelastico dissipativo e stabile in condizioni cicliche (duttile).

Si progettano quindi, in termini di resistenza e/o duttilità, le corrispondenti capacità.

La progettazione in capacità, nella sua articolazione, ha un carattere sia locale sia globale, avendo lo scopo di evitare le rotture fragili locali e l'attivazione di meccanismi globali fragili e/o instabili, e di favorire invece plasticizzazioni diffuse nelle zone dissipative e meccanismi ciclici stabili. Per garantire il conseguimento degli obiettivi insiti nella progettazione in capacità, si impiegano fattori di sovraresistenza γ_{Rd}, opportunamente differenziati tra le due classi di duttilità.

7. PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

GERARCHIA DELLE RESISTENZE

NOVITA' NTC2018: NUOVO CAPITOLO INSERITO

7.2.2. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

Le costruzioni devono essere dotate di sistemi strutturali che garantiscano rigidezza, resistenza e duttilità nei confronti delle due componenti orizzontali delle azioni sismiche, tra loro ortogonali.

I sistemi strutturali sono composti di elementi strutturali primari ed eventuali elementi strutturali secondari. Agli elementi strutturali primari è affidata l'intera capacità antisismica del sistema; gli elementi strutturali secondari sono progettati per resistere ai soli carichi verticali (v. § 7.2.3).

La componente verticale deve essere considerata, in aggiunta a quanto indicato al § 3.2.3.1, anche in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 m), elementi a mensola di luce superiore a 4 m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti e costruzioni con isolamento nei casi specificati in § 7.10.5.3.2.

Nei casi precisati in § 3.2.4.1 si deve inoltre tener conto della variabilità spaziale del moto sismico.

Gli orizzontamenti, ove presenti, devono essere dotati di rigidezza e resistenza tali da consentire la ridistribuzione delle forze orizzontali tra i diversi sistemi resistenti a sviluppo verticale.

Il sistema di fondazione deve essere dotato di elevata rigidezza estensionale nel piano orizzontale e di adeguata rigidezza flessionale. Eccetto che per i ponti, deve essere adottata un'unica tipologia di fondazione per una data struttura in elevazione, salvo che questa non consista di unità indipendenti. In particolare, nella stessa struttura, deve essere evitato l'uso contestuale di fondazioni su pali e di fondazioni dirette o miste, salvo che uno studio specifico non ne dimostri l'accettabilità.

COMPORTAMENTO STRUTTURALE

Le costruzioni soggette all'azione sismica, non dotate di appositi dispositivi d'isolamento e/o dissipativi, devono essere progettate in accordo con uno dei seguenti comportamenti strutturali:

a) comportamento strutturale non dissipativo,

oppure

b) comportamento strutturale dissipativo.

Per *comportamento strutturale non dissipativo*, nella valutazione della domanda tutte le membrature e i collegamenti rimangono in campo elastico o sostanzialmente elastico; la domanda derivante dall'azione sismica e dalle altre azioni è calcolata, in funzione dello stato limite cui ci si riferisce, ma indipendentemente dalla tipologia strutturale e senza tener conto delle non linearità di materiale, attraverso un modello elastico (v. § 7.2.6)

Per *comportamento strutturale dissipativo*, nella valutazione della domanda un numero elevato di membrature e/o collegamenti evolvono in campo plastico, mentre la restante parte della struttura rimane in campo elastico o sostanzialmente elastico; la domanda derivante dall'azione sismica e dalle altre azioni è calcolata, in funzione dello stato limite cui ci si riferisce e della tipologia strutturale, tenendo conto della capacità dissipativa legata alle non linearità di materiale. Se la capacità dissipativa è presa in conto implicitamente attraverso il fattore di comportamento q (v. § 7.3), si adotta un modello elastico; se la capacità dissipativa è presa in conto esplicitamente, si adotta un'adeguata legge costitutiva (v. § 7.2.6).

7. PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

GERARCHIA DELLE RESISTENZE

NOVITA' NTC2018: NUOVO CAPITOLO INSERITO

7.2.2. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

CLASSI DI DUTTILITÀ

Una costruzione a comportamento strutturale dissipativo deve essere progettata per conseguire una delle due Classi di Duttilità (CD):

- Classe di Duttilità Alta (CD"A"), ad elevata capacità dissipativa;
- Classe di Duttilità Media (CD"B"), a media capacità dissipativa.

La differenza tra le due classi risiede nell'entità delle plasticizzazioni previste, in fase di progettazione, sia a livello locale sia a livello globale.

PROGETTAZIONE IN CAPACITÀ E FATTORI DI SOVRARESISTENZA

Sia per la CD"A" sia per la CD"B", s'impiegano i procedimenti tipici della progettazione in capacità. Nelle sole costruzioni di muratura, essi s'impiegano dove esplicitamente specificato.

Questa progettazione ha lo scopo di assicurare alla struttura dissipativa un comportamento duttile ed opera come segue:

- distingue gli elementi e i meccanismi, sia locali sia globali, in duttili e fragili;
- mira ad evitare le rotture fragili locali e l'attivazione di meccanismi globali fragili o instabili;
- mira a localizzare le dissipazioni di energia per isteresi in zone degli elementi duttili a tal fine individuate e progettate, dette "dissipative" o "duttili", coerenti con lo schema strutturale adottato.

Tali fini possono ritenersi conseguiti progettando la capacità in resistenza allo *SLV* degli elementi/meccanismi fragili, locali e globali, in modo che sia maggiore di quella degli elementi/meccanismi duttili ad essi alternativi. Per assicurare il rispetto di tale diseguaglianza, a livello sia locale sia globale, l'effettiva capacità in resistenza degli elementi/meccanismi duttili è incrementata mediante un opportuno coefficiente γ_{Rd}, detto "fattore di sovraresistenza"; a partire da tale capacità maggiorata si dimensiona la capacità degli elementi/meccanismi fragili indesiderati, alternativi ai duttili.

Per ogni tipologia strutturale:

- occorre assicurare, anche solo su base deduttiva a partire dai fattori di sovraresistenza γ_{Rd} da utilizzare nella progettazione in capacità a livello locale, un adeguato fattore di sovraresistenza γ_{Rd} dei meccanismi globali fragili. Ove non esplicitamente specificato nella presente norma, tale fattore deve essere almeno pari a 1,25;
- i fattori di sovraresistenza γ_{Rd} da utilizzare nella progettazione in capacità a livello locale per i diversi elementi strutturali e le singole verifiche, sono riassunti nella tabella seguente:

7. PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

GERARCHIA DELLE RESISTENZE

NOVITA' NTC2018: NUOVO CAPITOLO INSERITO

7.2.2. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

Tab. 7.2.I - *Fattori di sovraresistenza γ_{Rd} (fra parentesi quadre è indicato il numero dell'equazione corrispondente)*

Tipologia strutturale	Elementi strutturali	Progettazione in capacità	γ_{Rd}	
			CD"A"	CD"B"
C.a. gettata in opera	Travi (§ 7.4.4.1.1)	Taglio	1,20	1,10
	Pilastri (§ 7.4.4.2.1)	Pressoflessione [7.4.4]	1,30	1,30
		Taglio [7.4.5]	1,30	1,10
	Nodi trave-pilastro (§ 7.4.4.3.1)	Taglio [7.4.6-7, 7.4.11-12]	1,20	1,10
	Pareti (§ 7.4.4.5.1)	Taglio [7.4.13-14]	1,20	-
C.a. prefabbricata a struttura intelaiata	Collegamenti di tipo a) (§ 7.4.5.2.1)	Flessione e taglio	1,20	1,10
	Collegamenti di tipo b) (§ 7.4.5.2.1)	Flessione e taglio	1,35	1,20
C.a. prefabbricata con pilastri incastrati alla base e orizzontamenti incernierati	Collegamenti di tipo fisso (§ 7.4.5.2.1)	Taglio	1,35	1,20
Acciaio	Si impiega il fattore di sovraresistenza γ_{ov} definito al § 7.5.1			
	Colonne (§ 7.5.4.2)	Pressoflessione [7.5.10]	1,30	1,30
Composta acciaio-calcestruzzo	Si impiega il fattore di sovraresistenza γ_{ov} definito al § 7.5.1			
	Colonne (§ 7.6.6.2)	Pressoflessione [7.6.7]	1,30	1,30
Legno	Collegamenti		1,60	1,30
Muratura armata con progettazione in capacità	Pannelli murari (§ 7.8.1.7)	Taglio	1,50	
Ponti	Si impiegano i fattori di sovraresistenza definiti al § 7.9.5			

7. PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

GERARCHIA DELLE RESISTENZE

NOVITA' NTC2018: NUOVO CAPITOLO INSERITO

7.2.2. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

La domanda di resistenza valutata con i criteri della progettazione in capacità può essere assunta non superiore alla domanda di resistenza valutata per il caso di comportamento strutturale non dissipativo.

Le strutture di fondazione e i relativi elementi strutturali devono essere progettati sulla base della domanda ad essi trasmessa dalla struttura sovrastante (si veda § 7.2.5) attribuendo loro comportamento strutturale non dissipativo, indipendentemente dal comportamento attribuito alla struttura su di essi gravante.

I collegamenti realizzati con dispositivi di vincolo temporaneo, di cui al § 11.9, devono sostenere la domanda allo *SLV* (vedi § 7.3) maggiorata di un coefficiente γ_{Rd} almeno pari a 1,5.

SPOSTAMENTI RELATIVI IN APPOGGI MOBILI

Gli appoggi mobili devono essere dimensionati per consentire, sotto l'azione sismica corrispondente allo *SLC*, uno spostamento relativo nella direzione d'interesse tra le due parti della struttura che essi collegano, valutato come:

$$\Delta = d_{Es} + d_{Eg}$$

dove:

d_{Es} è lo spostamento relativo tra le due parti della struttura, valutato come radice quadrata della somma dei quadrati dei massimi spostamenti orizzontali nella direzione d'interesse delle due parti; tali massimi spostamenti sono calcolati, nel caso di analisi lineare, secondo il § 7.3.3.3 o, nel caso di analisi non lineare, secondo il § 7.3.4; per i ponti, lo spostamento relativo così ottenuto deve essere moltiplicato per 1,25,

d_{Eg} è lo spostamento relativo tra il terreno alla base delle due parti della struttura collegate dall'appoggio mobile, calcolato come indicato al § 3.2.4.2.

Per la trasmissione di forze orizzontali tra parti della struttura non è mai consentito confidare sull'attrito conseguente ai carichi gravitazionali, salvo per dispositivi espressamente progettati per tale scopo.

ZONE DISSIPATIVE E RELATIVI DETTAGLI COSTRUTTIVI

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo il comportamento sismico della struttura è largamente dipendente dal comportamento delle sue zone dissipative, esse devono formarsi ove previsto e mantenere, in presenza di azioni cicliche, la capacità di trasmettere le necessarie sollecitazioni e di dissipare energia, garantendo la capacità in duttilità relativa alla classe di duttilità scelta.

I dettagli costruttivi delle zone dissipative e delle connessioni tra queste zone e le restanti parti della struttura, nonché dei diversi elementi strutturali tra loro, sono fondamentali per un corretto comportamento sismico e devono essere esaurientemente specificati negli elaborati di progetto.

7. PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

GERARCHIA DELLE RESISTENZE

$$R_{\text{ELEMENTI FRAGILI}} \geq \gamma_{Rd} \cdot R_{\text{ELEMENTI DUTTILI}}$$

γ_{Rd} = coefficiente di sovraresistenza che tiene conto delle incertezze sui materiali e di modello

7. PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto.

Le verifiche degli elementi strutturali primari (ST) si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU):

- nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, in termini di rigidezza (RIG) e di resistenza (RES), senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità;
- nel caso di comportamento strutturale dissipativo, in termini di rigidezza (RIG), di resistenza (RES) e di duttilità (DUT) (quando richiesto), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

Le verifiche degli elementi strutturali secondari si effettuano solo in termini di duttilità.

Le verifiche degli elementi non strutturali (NS) e degli impianti (IM) si effettuano in termini di funzionamento (FUN) e stabilità (STA), come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU).

Tab. 7.3.III – *Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti*

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM(*)
SLE	*SLO*					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	*SLV*	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT(**)			DUT(**)		

(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.
(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Le verifiche allo stato limite di prevenzione del collasso (*SLC*), a meno di specifiche indicazioni, si svolgono soltanto in termini di duttilità e solo qualora le verifiche in duttilità siano espressamente richieste (v.§7.3.6.1)

7. PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

7.4. COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

7.4.1. GENERALITÀ

Nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, la capacità delle membrature deve essere valutata in accordo con le regole di cui al § 4.1, senza nessun requisito aggiuntivo, a condizione che in nessuna sezione si superi il momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico, come definito al § 4.1.2.3.4.2. Per i nodi trave-pilastro di strutture a comportamento non dissipativo si devono applicare le regole di progetto relative alla CD "B" contenute nel § 7.4.4.3. Per le strutture prefabbricate a comportamento non dissipativo si devono applicare anche le regole generali contenute nel § 7.4.5.

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo, la struttura deve essere concepita e dimensionata in modo tale che, sotto l'azione sismica relativa allo *SLV*, essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile fino allo *SLC*, nel quale la dissipazione sia limitata alle zone a tal fine previste. La capacità delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole di cui dal § 7.1 al § 7.3, integrate dalle regole di progettazione e di dettaglio fornite dal § 7.4.4 al § 7.4.6.

Nel valutare la capacità, si può tener conto dell'effetto del confinamento (v. § 4.1.2.1.2.1), purché si consideri la perdita dei copriferri al raggiungimento, in essi, della deformazione ultima di compressione del calcestruzzo non confinato (0,35%).

Al riguardo, nel valutare la capacità degli elementi strutturali, sono ammesse tre diverse strategie di progettazione:

1) si trascura l'effetto del confinamento;

2) si considera l'effetto del confinamento per tutti gli elementi strutturali;

3) si considera l'effetto del confinamento per tutti gli elementi verticali secondari e per le zone dissipative allo spiccato dalle fondazioni o dalla struttura scatolare rigida di base di cui al § 7.2.1 degli elementi primari verticali (pilastri e pareti).

Le strutture devono essere progettate in maniera tale che i fenomeni di degrado e riduzione di rigidezza che si manifestano nelle zone dissipative non pregiudichino la stabilità globale della struttura.

Gli elementi non dissipativi delle strutture dissipative e i collegamenti tra le parti dissipative ed il resto della struttura devono possedere una capacità sufficiente a consentire lo sviluppo della plasticizzazione ciclica delle parti dissipative. Il rispetto delle presenti norme è volto a garantire tali principi.

Se tamponature di muratura appositamente progettate come collaboranti costituiscono parte del sistema strutturale resistente al sisma, si raccomanda che la loro progettazione e realizzazione siano eseguite in accordo con documenti di comprovata validità.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 7 «Progettazione per azioni sismiche»

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

La norma specifica, in questo paragrafo, le verifiche da eseguire sugli elementi strutturali, sugli elementi non strutturali e sugli impianti, per assicurare alla costruzione le prestazioni desiderate.

La progettazione di norma ha un'articolazione di tipo multi-prestazionale e multi-strategico. I diversi livelli prestazionali sono associati ai diversi stati limite, mentre le diverse strategie sono associate alla destinazione d'uso della costruzione.

La Tab. 7.3.III della norma sintetizza le diverse verifiche da eseguire per le costruzioni a comportamento dissipativo; nella Tabella C7.3.I, si esplicitano con maggiore dettaglio le verifiche riportate nella Tabella 7.3.III della norma, fornendo anche una descrizione sintetica della prestazione associata a ciascuno stato limite e indicando, per ogni elemento costruttivo, il riferimento al paragrafo della norma a cui si riferisce ciascuna delle verifiche.

La tabella fornisce, per ciascuno Stato Limite e per ciascun tipo di elemento (strutturale, non strutturale o impianto), la descrizione delle prestazioni in termini di danno, capacità ultima (resistenza o duttilità) o funzionamento; essa indica, inoltre, il tipo di verifica, in termini di confronto tra capacità e domanda, e il tipo di elemento su cui la verifica deve essere eseguita, per soddisfare il requisito prestazionale dato.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018: CAPITOLO 7 «Progettazione per azioni sismiche»

Tabella C7.3.I - Stati Limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti: descrizione delle prestazioni e corrispondenti verifiche

STATI LIMITE			Descrizione della prestazione	ST			NS	IM		Classe d'uso		
				RIG	RES	DUT (SPO)	STA	FUN	STA	I	II	III IV
SLE	SLO	NS ST	Limitazione del danno degli elementi non strutturali, o delle pareti per le costruzioni di muratura	§ 7.3.6.1								x
		IM	Funzionamento degli impianti					§ 7.3.6.3				x
	SLD	ST	Controllo del danno degli elementi strutturali		§ 7.3.1(*)							x
		NS ST	Controllo del danno degli elementi non strutturali, o delle pareti per le costruzioni di muratura	§ 7.3.6.1						x	x	
SLU	SLV	ST	Livello di danno degli elementi strutturali coerente con il fattore di comportamento adottato, assenza di rotture fragili e meccanismi locali/ globali instabili		§ 7.3.6.1					x	x	x
		NS	Assenza di crolli degli elementi non strutturali pericolosi per l'incolumità, pur in presenza di danni diffusi				§ 7.3.6.3				x	x
		IM	Capacità ultima degli impianti e dei collegamenti						§ 7.3.6.3		x	x
	SLC	ST	Margine di sicurezza sufficiente per azioni verticali ed esiguo per azioni orizzontali			§ 7.3.6.1 (DUT)					x	x
		ST	Capacità di spostamento dei dispositivi nelle costruzioni con isolamento sismico			§ 7.10.6.2.2 (SPO)					x	x

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

8.COSTRUZIONI ESISTENTI

I terremoti che dal 2009 ad oggi hanno colpito l'Italia, evidenziando l'importanza che in termini di danni a persone e cose assumono negli edifici esistenti le criticità locali, hanno portato gli estensori delle nuove **NTC** a considerare con maggiore attenzione gli interventi di rafforzamento locale e di miglioramento e ad aumentare l'importanza attribuita a tali forme d'intervento.

Tale maggiore attenzione si è tradotta in un diverso ordine di presentazione (le varie forme d'intervento sono ora elencate dalla meno alla più impattante, dalla riparazione e rafforzamento locale all'adeguamento) e, soprattutto, nell'ampia considerazione dedicata alla valutazione e riduzione del rischio sismico e, in special modo, nella maggiore attenzione prestata agli interventi finalizzati a rendere antisismici anche gli elementi non strutturali e gli impianti, elementi che spesso contribuiscono in modo sostanziale ad incrementare il rischio sismico.

A quanto detto si è aggiunta la consapevolezza che, per l'Italia, il principale problema della protezione antisismica è oggi rappresentato dalle costruzioni esistenti e che il renderle sufficientemente antisismiche, senza peraltro snaturarle, è questione non facile da affrontare e risolvere, sostanzialmente legata a una approfondita conoscenza delle peculiarità dell'oggetto su cui si interviene.

Alla conoscenza della costruzione esistente si è dedicata, dunque, particolare attenzione, riducendo l'importanza attribuita alla conoscenza dei materiali impiegati per concentrarsi sui particolari costruttivi e sulle indicazioni progettuali dell'epoca di costruzione, maggiormente responsabili del reale comportamento della costruzione a fronte di azioni sismiche.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018
CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

8.1. OGGETTO

Le *costruzioni esistenti* sono definite, nel § 8.1 delle **NTC**, come quelle costruzioni per le quali "*alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto d'intervento*" la struttura sia stata "*completamente realizzata*".

La definizione può risultare incerta nel caso in cui l'edificio non sia stato portato a termine interamente.

Con l'espressione *struttura completamente realizzata* si deve intendere, in generale, una struttura per la quale, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto di intervento, sia stato redatto il certificato di collaudo statico ai sensi delle Norme Tecniche vigenti all'epoca della costruzione; se all'epoca della costruzione l'obbligo del collaudo statico non sussisteva, la struttura si intende completamente realizzata ove siano state interamente realizzate le strutture e i muri portanti e le strutture degli orizzontamenti e delle coperture.

Per gli interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità sismica dei beni del patrimonio culturale vincolato, il riferimento normativo, nelle more dell'emanazione di ulteriori norme, è costituito dalla DPCM 9 febbraio 2011 "*Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008*". Tale direttiva, in considerazione della specificità e articolazione del contenuto nonché delle caratteristiche del patrimonio storico edilizio italiano, è adottabile come riferimento per le costruzioni che comunque abbiano una valenza storica, artistica o urbanistico-ambientale, anche se non esplicitamente vincolate, fatto salvo quanto previsto al punto 8.4.3 delle **NTC**.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018
CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

8.2. CRITERI GENERALI

Nel § 8.2 delle **NTC** sono esaminati alcuni aspetti generali relativi alle valutazioni della sicurezza e alla progettazione degli interventi sugli edifici esistenti; essi, considerata la loro numerosità ed elevata vulnerabilità, costituiscono, in Italia, un problema di fondamentale importanza, che si tratti di edifici sia storici, sia di recente esecuzione.

Infatti, se da un lato molti edifici di muratura sono caratterizzati da una limitata capacità nei confronti delle azioni, sia sismiche, sia non sismiche, dall'altro un numero ampio di edifici di calcestruzzo armato, ed anche di acciaio, progettati secondo le prescrizioni vigenti all'epoca della costruzione, possono essere caratterizzati da livelli di sicurezza non coerenti con quelli previsti dalle **NTC** per gli edifici di nuova realizzazione. Il livello originario di sicurezza della costruzione, peraltro, può essersi ridotto nel tempo anche in conseguenza di eccessive o anomale sollecitazioni o di trasformazioni subite o di fenomeni di degrado dei materiali.

Il notevole assortimento delle tipologie costruttive e l'ampia casistica delle relative criticità rendono particolarmente complesse le problematiche in gioco, con conseguenti difficoltà nella standardizzazione dei metodi di verifica e di progetto degli interventi. Per tale motivo nel capitolo 8 delle **NTC** si è seguito un approccio prestazionale, fornendo poche regole di carattere generale e molte importanti indicazioni sulle diverse fasi della conoscenza e dell'analisi della costruzione e della eventuale progettazione degli interventi.

Aspetto peculiare e imprescindibile della valutazione e progettazione dell'esistente è, infatti, la fase di conoscenza che consente di identificate eventuali criticità e di adattare il processo di verifica e di progettazione alla costruzione in esame.

L'estrema varietà tipologica e strutturale delle costruzioni esistenti e le diverse problematiche conoscitive e progettuali che le caratterizzano, siano esse di muratura, di calcestruzzo armato o di acciaio, ma anche di legno o miste, rendono particolarmente difficile la definizione di un percorso univoco di conoscenza e di analisi. Tali difficoltà sono spesso ulteriormente aggravate dall'impossibilità di distinguere tra elementi portanti e elementi portati, come ad esempio nel caso delle costruzioni di muratura, nelle quali la struttura portante, le opere di partizione e tamponamento e le opere di finitura interagiscono tra loro in modo significativo.

La conoscenza della costruzione, quindi, se da un lato contribuisce ad aumentare l'accuratezza delle verifiche di sicurezza e l'efficacia del progetto degli interventi, dall'altro dipende, di fatto, dalla possibilità di effettuare indagini approfondite in relazione all'uso ed alla natura/tipologia della costruzione stessa ed anche alla disponibilità della proprietà o dei gestori. Le **NTC**, al fine di

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018
CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

tener conto dei diversi possibili gradi di approfondimento, introducono i concetti di livello di conoscenza (relativo a geometria, organizzazione strutturale, dettagli costruttivi e materiali) e di fattore di confidenza (che modifica i parametri di capacità in ragione del livello di conoscenza).

È comunque opportuno, viste le evidenti incertezze e difficoltà, che il progettista espliciti, in un'apposita relazione, le caratteristiche geometriche e strutturali della costruzione e il grado di approfondimento raggiunto dalle indagini.

La valutazione della sicurezza consiste nell'identificazione delle criticità nei confronti delle azioni considerate, sia non sismiche, come pesi propri, sovraccarichi e azioni climatiche, sia sismiche.

Per quanto riguarda le costruzioni esistenti di muratura, la valutazione della sicurezza deve essere effettuata nei confronti dei meccanismi di collasso, sia locali, sia globali, ove questi ultimi siano significativi; la verifica dei meccanismi globali diviene, in genere, significativa solo dopo che gli eventuali interventi abbiano eliminato i meccanismi di collasso locale. E' inoltre opportuno considerare la distinzione tipologica tra edifici a struttura marcatamente riconoscibile ed unitaria e costruzioni in aggregato (es. edilizia dei centri storici, complessi formati da più corpi). In particolare, per le tipologie in aggregato, particolarmente frequenti nei centri storici, il comportamento globale è spesso non definibile o non identificabile, al contrario del comportamento locale delle singole parti o unità strutturali.

Per quanto riguarda le costruzioni esistenti di c.a. e di acciaio, le **NTC** evidenziano come in esse possa essere attivata la capacità di elementi con meccanismi resistenti sia "duttili" sia "fragili"; a tale riguardo, è opportuno che l'analisi sismica globale utilizzi, per quanto possibile, metodi di modellazione e analisi che consentano di valutare in maniera appropriata sia la resistenza sia la duttilità disponibili, tenendo conto della possibilità di sviluppo di entrambi i tipi di meccanismo e adottando parametri di capacità dei materiali diversificati a seconda del tipo di meccanismo.

Particolare attenzione deve essere, in ogni caso, dedicata alla individuazione di situazioni critiche locali, anche di carattere non strutturale, e al loro conseguente effetto sulle verifiche. Esempi tipici sono i comignoli, la presenza o la formazione di cavedi, nicchie, canne fumarie, aperture in breccia, riprese murarie nelle pareti portanti che, indebolendo sensibilmente i singoli elementi strutturali o le connessioni tra i vari elementi costruttivi, possono facilitare l'innesco di meccanismi locali, ma anche gli stessi impianti e le opere di finitura e decoro, che possono tutti costituire elementi di pericolosità.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018
CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

Infine anche lo spostamento o la demolizione di tramezzature o tamponature con rigidezza e resistenza non trascurabili possono alterare la configurazione del fabbricato e incrementarne la vulnerabilità nei confronti delle azioni sismiche.

Riguardo ai dettagli costruttivi, per gli edifici esistenti le **NTC** non impongono la conformità a soluzioni tecniche determinate, né richiedono verifiche quantitative, per cui possono risultare qualificanti i confronti con le regole del corretto costruire, validate dall'esperienza.

Gli esiti della valutazione della sicurezza comportano conseguenze diversificate in termini di tempi e necessità di intervento, a seconda che le carenze della struttura si manifestino nei confronti delle azioni non sismiche o di quelle sismiche.

Le categorie di intervento si differenziano in interventi locali o di riparazione, di miglioramento e di adeguamento.

Le **NTC** specificano, per ciascuna categoria, la condizione di applicazione, sancendo l'obbligatorietà del collaudo statico, non solo per gli interventi di adeguamento, ma anche per quelli di miglioramento. Sono poi definiti alcuni fondamentali criteri di intervento, comuni a tutte le tipologie, quali la ricerca della regolarità, l'attenzione necessaria per le fasi di esecuzione e le priorità da assegnare e sono quindi esaminati i più usuali interventi per le varie tipologie strutturali.

Non è invece previsto il collaudo statico per gli interventi locali o di riparazione di cui al §8.4.1 delle **NTC**.

Al fine di una corretta valutazione del possibile utilizzo dei fabbricati, il tecnico incaricato delle verifiche o del progetto deve esplicitare, in un'apposita relazione, i livelli di sicurezza attuali e quelli raggiunti con l'intervento, nonché le eventuali conseguenti limitazioni nell'uso della costruzione, tenendo presente anche il livello di sicurezza degli elementi costruttivi non strettamente strutturali, come le opere di partizione degli spazi, le opere di finitura e impiantistiche, ecc..

La mancanza di precisi riferimenti ai livelli di sicurezza sismica da conseguire in relazione all'utilizzo degli edifici esistenti pone difficili problemi di responsabilità: il complesso delle norme vigenti, infatti, consente l'utilizzo anche di edifici che non raggiungano i livelli di sicurezza richiesti per gli edifici nuovi.

Ogni decisione sull'utilizzo di un edificio esistente deve, pertanto, derivare dalle valutazioni congiunte del tecnico, a cui è demandato il compito di esplicitare gli aspetti qualitativi e quantitativi della sicurezza, e di chi ha la responsabilità dell'uso dell'edificio.

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza ~~e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguiti con riferimento ai soli SLU; nel caso in cui si effettui la verifica anche nei confronti degli SLE i relativi livelli di prestazione possono essere stabiliti dal Progettista di concerto con il Committente.~~

~~Le Verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC)~~ **di una struttura esistente è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa.**

L'incremento del livello di sicurezza si persegue, essenzialmente, operando sulla concezione strutturale globale con interventi anche locali.

La valutazione della sicurezza, **argomentata con apposita relazione,** deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- ~~sia necessario procedere ad aumentare o ripristinare la capacità portante~~ **sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi**

TESTO COORDINATO

~~Le costruzioni esistenti devono essere sottoposte a~~ **La** valutazione della sicurezza **deve effettuarsi** quando ricorra anche una **sola** delle seguenti situazioni:

- riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta ~~ad~~ a **danneggiamenti prodotti da** azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni), situazioni di funzionamento ed uso anomalo, deformazioni significative ~~imposte da cedimenti del terreno di~~ **conseguenti anche a problemi in** fondazione;
- provati gravi errori di progetto o di costruzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o **passaggio ad una** ~~della~~ classe d'uso **superiore** ~~della costruzione~~;
- esecuzione interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità ~~o~~ **e/o** ne modifichino la rigidezza.
- **ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali di cui all'art. 8.4**
- **opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abilitativo, ove necessario al momento della costruzione, o in difformità alle norme tecniche per le costruzioni vigenti al momento della costruzione.**

Qualora le circostanze di cui ai punti precedenti riguardino porzioni limitate della costruzione, la valutazione della sicurezza potrà essere limitata agli elementi interessati e a quelli con essi interagenti, tenendo presente la loro funzione nel complesso strutturale, **posto che le mutate condizioni locali non incidano sostanzialmente sul comportamento globale della struttura.**

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

TESTO COORDINATO

Nella ~~La~~ valutazione della sicurezza, **da** ~~dovrà~~ effettuarsi ogni qual volta si eseguano gli interventi strutturali **di miglioramento o adeguamento** di cui al punto 8.4, ~~e dovrà determinare il livello di sicurezza prima e dopo l'intervento~~ il Progettista dovrà esplicitare, in un'apposita relazione, **esprimendoli in termini di rapporto fra capacità e domanda,** i livelli di sicurezza ~~attuali~~ **precedenti all'intervento** o raggiunti con l'intervento ~~e le eventuali conseguenti limitazioni da imporre nell'uso della costruzione.~~

NOVITA' NTC2018: NUOVO TESTO INSERITO

Qualora sia necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione, la verifica del sistema di fondazione è obbligatoria solo se sussistono condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:

- nella costruzione siano presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si siano prodotti nel passato;
- siano possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto;
- siano possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.

Allo scopo di verificare la sussistenza delle predette condizioni, si farà riferimento alla documentazione disponibile e si potrà omettere di svolgere indagini specifiche solo qualora, a giudizio esplicitamente motivato del professionista incaricato, sul volume di terreno significativo e sulle fondazioni sussistano elementi di conoscenza sufficienti per effettuare le valutazioni precedenti.

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguite con riferimento ai soli SLU, salvo che per le costruzioni in classe d'uso IV, per le quali sono richieste anche le verifiche agli SLE specificate al § 7.3.6; in quest'ultimo caso potranno essere adottati livelli prestazionali ridotti.

Per la combinazione sismica le verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC), secondo quanto specificato al § 7.3.6

Nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche il livello di sicurezza della costruzione è quantificato attraverso il rapporto ζ_E tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione; l'entità delle altre azioni contemporaneamente presenti è la stessa assunta per le nuove costruzioni, salvo quanto emerso riguardo ai carichi verticali permanenti a seguito delle indagini condotte (di cui al § 8.5.5) e salvo l'eventuale adozione di appositi provvedimenti restrittivi dell'uso della costruzione e, conseguentemente, sui carichi verticali variabili.

La restrizione dell'uso può mutare da porzione a porzione della costruzione e, per l'i-esima porzione, è quantificata attraverso il rapporto $\zeta_{v,i}$ tra il valore massimo del sovraccarico variabile verticale sopportabile da quella parte della costruzione e il valore del sovraccarico verticale variabile che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.

È necessario adottare provvedimenti restrittivi dell'uso della costruzione e/o procedere ad interventi di miglioramento o adeguamento nel caso in cui non siano soddisfatte le verifiche relative alle azioni controllate dall'uomo, ossia prevalentemente ai carichi permanenti e alle altre azioni di servizio.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Il § 8.3 contiene una definizione della procedura di valutazione della sicurezza, le situazioni nelle quali è obbligatoria la valutazione, indipendentemente dalla previsione dei lavori in progetto, e gli stati limite ai quali fare riferimento.

La valutazione della sicurezza è definita come il procedimento finalizzato alla quantificazione dell'entità massima delle azioni che la costruzione è capace di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dalle **NTC**, oppure alla valutazione della capacità della costruzione di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto. Occorre ricordare, tuttavia, come la valutazione della sicurezza di una costruzione esistente non possa esaurirsi nella sola analisi delle criticità strettamente strutturali, locali e globali, ma debba coinvolgere anche l'identificazione delle criticità costruttive comunque presenti nell'edificio, non sempre facilmente quantificabili, connesse a problematiche di elementi anche non strutturali presenti nella costruzione che possano mettere comunque a rischio la sicurezza, quali le opere di partizione degli spazi, le opere di finitura, le opere di decoro, gli impianti ecc.

Un altissimo numero di edifici esistenti, e tra questi certamente la maggioranza di quelli meno recenti e realizzati in assenza di Norme Tecniche, ha livelli di sicurezza inferiori a quelli richiesti per gli edifici nuovi; ciò nonostante ne è consentito l'uso. Molte costruzioni, d'altro canto, pur non essendo state edificate secondo le Norme Tecniche attualmente in vigore, rispecchiano i dettami della regola d'arte e risultano realizzate rispettando canoni o buone prassi costruttive (ad esempio inserendo tiranti/catene, cantonali ben ammorsati, contrafforti murari, archi di contrasto, ecc.) la cui identificazione può portare a considerazioni utili per la valutazione di sicurezza e per la progettazione del consolidamento.

Le modalità di valutazione della sicurezza dipendono dalle caratteristiche dell'edificio e dalle eventuali criticità presenti; nel caso siano previsti interventi, la valutazione della sicurezza è effettuata sia nello stato di fatto, sia nello stato di progetto.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

In particolare, nelle verifiche dello stato di progetto si deve tenere conto di come gli interventi previsti possano incidere sul comportamento della costruzione, determinando:

- variazioni relative a porzioni limitate della costruzione, che influiscono solo sul comportamento locale di uno o più elementi strutturali (v. anche § 8.4 delle **NTC**);
- variazioni che implicano sostanziali differenze di comportamento globale della costruzione; a tale proposito va sottolineato che un cambiamento del comportamento globale della costruzione può avvenire anche a seguito di una serie di modifiche locali.

Nel primo caso la verifica può riguardare solamente le porzioni interessate dalle variazioni apportate (ad esempio la verifica relativa alla sostituzione, al rafforzamento o alla semplice variazione di carico su un singolo campo di solaio può interessare solo quel campo e gli elementi che lo sostengono).

Nel secondo caso, invece, la verifica è necessariamente finalizzata a determinare l'effettivo comportamento della costruzione nella nuova configurazione.

Nei successivi § C.8.5, § C.8.6, § C.8.7 sono trattate in modo esteso le modalità operative consigliate per le verifiche.

Dall'obbligatorietà della verifica è normalmente esclusa la situazione determinata da una variazione dell'entità delle azioni che intervenga a seguito di una revisione o della normativa o delle zonazioni che differenziano le azioni ambientali (sisma, neve, vento) nelle diverse parti del territorio italiano.

La valutazione della sicurezza degli edifici esistenti, per quanto possibile, deve essere effettuata in rapporto a quella richiesta per gli edifici nuovi. A tale scopo, le **NTC** introducono due nuovi parametri che costituiscono fattori indicativi per un rapido confronto tra l'azione sopportabile da una struttura esistente e quella richiesta per il nuovo:

- ζ_E, definito come il rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione sul medesimo suolo e con le medesime caratteristiche (periodo proprio, fattore di comportamento ecc.). L'azione sismica da adottare come parametro di confronto per la definizione di ζ_E è, di norma, l'accelerazione al suolo a_g S.
- $\zeta_{v,i}$, definito come il rapporto tra il valore massimo del sovraccarico verticale variabile sopportabile dalla parte i-esima della costruzione e il valore del sovraccarico verticale variabile che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

I parametri ζ possono offrire un ausilio anche ai proprietari e ai gestori nella individuazione del livello di vulnerabilità degli edifici e, di conseguenza, delle destinazioni d'uso accettabili. Con riferimento all'azione sismica, il raggiungimento del valore minimo ζ_E, indicato al § C.8.4.2 delle **NTC** per la definizione degli interventi di miglioramento delle costruzioni di classe IV, non costituisce, di per sé, fattore sufficiente per validarne l'uso.

Il valore assoluto dei parametri ζ, riferito globalmente a un intero fabbricato, da solo non descrive in modo esaustivo la reale situazione di rischio e l'entità degli interventi da realizzare per migliorare la sicurezza. Differente è, infatti, la situazione di edifici nei quali la criticità è prodotta da una diffusa carenza delle strutture (concezione errata, materiali scadenti, degrado diffuso ecc.), da quella di edifici nei quali la criticità (e quindi il valore del parametro ζ) è prodotta da pochi elementi insufficienti o pericolosi (come ad esempio un'unica trave o anche un elemento non strutturale, un cornicione o un comignolo).

È pertanto fondamentale che, nell'apposita relazione che il progettista deve redigere a seguito delle verifiche di sicurezza, vengano esplicitati non solo i valori dei parametri ζ, ma anche i fattori che li determinano e gli aspetti che possono essere ragionevolmente definiti solo in modo qualitativo.

Date le possibili implicazioni economiche e sociali degli esiti delle verifiche, in accordo con quanto previsto da numerose indicazioni normative internazionali, è possibile prevedere – fatta salva l'eventuale verifica e validazione dei progetti - che gli esiti di dette verifiche possano essere sottoposti a revisori non intervenuti nella valutazione. Ciò appare maggiormente indicato nei casi di particolare complessità o per le opere pubbliche strategiche con finalità di protezione civile o suscettibili di conseguenze rilevanti in caso di collasso.

L'esito negativo delle verifiche di sicurezza può comportare conseguenze differenziate in termini di tipologia di intervento e tempi di attuazione.

Nel caso in cui l'inadeguatezza di un'opera si manifesti nei confronti delle azioni non sismiche, quali carichi permanenti e altre azioni di servizio combinate per gli stati limite ultimi secondo i criteri esposti nel § 2.5.3 delle **NTC** (eventualmente ridotte in accordo con quanto specificato al § 8.5.5), i provvedimenti per il raggiungimento dei livelli di sicurezza richiesti dalle **NTC** per l'attuale destinazione d'uso risultano obbligatori. Le decisioni da adottare devono essere calibrate sulle singole situazioni, ma sono da considerarsi comunque improcrastinabili.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

Nel caso in cui l'inadeguatezza di un'opera si manifesti nei confronti delle azioni sismiche, l'eventuale requisito di urgenza dell'intervento è valutato sulla base di una pluralità di fattori, attesa l'aleatorietà dell'azione sismica: il tempo entro il quale attuarlo sarà individuato, sulla base del giudizio dei tecnici, dai proprietari o dai gestori delle singole opere, siano essi enti pubblici o privati o singoli cittadini, in base alla gravità dell'inadeguatezza, alle conseguenze che comporta, alle disponibilità economiche e alle implicazioni in termini di pubblica incolumità.

Sulla base delle precedenti considerazioni, è evidente quindi come, nell'impossibilità di effettuare l'adeguamento o il miglioramento sismico in tempi rapidi, gli enti proprietari e gestori si trovino nella condizione di dover organizzare un'opportuna programmazione degli interventi da eseguirsi sul patrimonio edilizio. A tal proposito, le **NTC** al § 8.3 indicano come parametro per definire il livello di sicurezza di un edificio o di un singolo elemento costruttivo il rapporto ζ_E; tale rapporto può essere utilizzato anche per una programmazione degli interventi.

Un ulteriore parametro, utile per la valutazione della "*gravità dell'inadeguatezza sismica*", è il cosiddetto "*tempo di intervento*", T_{INT}, che indica il periodo convenzionale di tempo entro il quale attivare il rimedio; T_{INT} può essere valutato attraverso una delle seguenti formule, riferite rispettivamente allo **S**tato **L**imite di salvaguardia della **V**ita (**SLV**) o allo **S**tato **L**imite di prevenzione del **C**ollasso (**SLC**):

$$\frac{T_{INT} \cdot C_U}{T_{SLV}} = -\ln(1-0{,}1) = 0{,}105 \qquad [C8.3.1]$$

$$\frac{T_{INT} \cdot C_U}{T_{SLC}} = -\ln(1-0{,}05) = 0{,}051 \qquad [C8.3.2]$$

essendo C_U il coefficiente d'uso e T_{SLV} (oppure T_{SLC}) il periodo di ritorno dell'azione sismica corrispondente all'attivazione, allo SLV (oppure allo SLC), del meccanismo di rottura in esame.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018
CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

Tenuto comunque conto del carattere probabilistico della valutazione della sicurezza, quando si utilizzi un simile parametro di valutazione è possibile indicativamente affermare che, per le costruzioni per le quali T_{INT} risulti maggiore di 30 anni, l'urgenza dell'intervento è limitata mentre, per $T_{INT} \leq 2$ anni, gli interventi hanno carattere di urgenza.

Gli interventi da effettuare per eliminare le vulnerabilità più importanti possono anche essere parziali e/o temporanei, in attesa di essere completati nel corso di successivi interventi più ampi, atti a migliorare/adeguare complessivamente la costruzione e/o parti di essa.

Nella scelta dei tempi e delle priorità di intervento sul patrimonio edilizio possono intervenire anche altri fattori quali:

- le previsioni di utilizzo futuro (es.: ipotesi di prossima cessazione dell'attuale utilizzo);
- il ruolo della specifica struttura, nell'ambito di una rete di servizi più ampia (es.: un ospedale di rilevanza regionale rispetto a un ospedale con bacino di utenza solo locale),
- la possibilità di intervenire senza interrompere totalmente la fruizione dell'edificio, ovvero la possibilità di disporre facilmente di un altro edificio in cui spostare temporaneamente le attività,
- le disponibilità economiche, tenendo conto anche del quadro complessivo delle costruzioni di competenza di un medesimo proprietario-gestore o ente preposto alla programmazione di interventi.

8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- **RIPARAZIONI O INTERVENTI LOCALI** che interessino **singoli elementi strutturali** ~~elementi isolati~~, e che comunque ~~comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti~~ **non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti.**
- **INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO** atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli ~~richiesti dalle presenti norme;~~ **di sicurezza fissati all'art. 8.4.3.**
- **INTERVENTI DI ADEGUAMENTO** atti ~~a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle presenti norme~~ **ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati all'art. 8.4.3.**

TESTO COORDINATO

INVERSIONE DELL'ORDINE DEGLI INTERVENTI

Solo gli interventi di adeguamento e miglioramento devono essere sottoposti a collaudo statico. Per i beni di interesse culturale in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del D. lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", è in ogni caso possibile limitarsi ad interventi di miglioramento effettuando la relativa valutazione della sicurezza.

NOVITA' NTC2018: NUOVO TESTO INSERITO

Per gli interventi di miglioramento e di adeguamento l'esclusione di provvedimenti in fondazione dovrà essere in tutti i casi motivata esplicitamente dal progettista, attraverso una verifica di idoneità del sistema di fondazione in base ai criteri indicati nel §8.3.

Qualora l'intervento preveda l'inserimento di nuovi elementi che richiedano apposite fondazioni, queste ultime dovranno essere verificate con i criteri generali di cui ai precedenti Capitoli 6 e 7, così come richiesto per le nuove costruzioni.

8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI
8.4.1 RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

~~In generale~~, gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura ~~e interesseranno porzioni limitate della costruzione.~~

Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:

NOVITA' NTC2018: NUOVO TESTO INSERITO

- ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;
- impedire meccanismi di collasso locale;
- modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati e documentare che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi ~~comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti~~. **Non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.**

NOVITA' NTC2018: NUOVO TESTO INSERITO

La relazione di cui al par. ~~8.2~~ **8.3** che, in questi casi, potrà essere limitata alle sole parti interessate dall'intervento ed a quelle con esse interagenti, dovrà documentare le carenze strutturali riscontrate, risolte e/o persistenti, ed indicare le eventuali conseguenti limitazioni all'uso della costruzione.

Nel caso di interventi di rafforzamento locale, volti a migliorare le caratteristiche meccaniche di elementi strutturali o a limitare la possibilità di meccanismi di collasso locale, è necessario valutare l'incremento del livello di sicurezza locale.

8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

Il progetto **di intervento** e la valutazione della sicurezza dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

~~Rientrano negli interventi di miglioramento tutti gli interventi che siano comunque finalizzati ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture esistenti alle azioni considerate.~~

~~È possibile eseguire interventi di miglioramento nei casi in cui non ricorrano le condizioni specificate al paragrafo 8.4.1.~~

NOVITA' NTC2018: NUOVO TESTO INSERITO

Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E, a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6 , mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E, sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1.

Nel caso di interventi che prevedano l'impiego di sistemi di isolamento, per la verifica del sistema di isolamento, si deve avere almeno ζ_E =1,0.

8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

8.4.3 INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

È fatto obbligo di procedere ~~alla valutazione della sicurezza e, qualora necessario,~~ all'adeguamento della costruzione, ~~a chiunque~~ **quando si** intenda:

a) sopraelevare la costruzione;

b) ampliare la costruzione mediante opere strutturalmente connesse alla costruzione **e tali da alternarne significativamente la risposta**;

c) apportare variazioni ~~di classe e/o~~ di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali **verticali** in fondazione superiori al 10%, **valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla equazione 2.5.2 del'art. 2.5.3, includendo i soli carichi gravitazionali.**
Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;

d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un ~~organismo edilizio~~ **sistema strutturale** diverso dal precedente; **nel caso di edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani.**

e) Apportare modifiche di clase d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.

TESTO COORDINATO

In ogni caso, il progetto dovrà essere riferito all'intera costruzione e dovrà riportare le verifiche dell'intera struttura post-intervento, secondo le indicazioni del presente capitolo.

Nei casi a), b), d), per la verifica della struttura, si deve avere çE≥ 1. Nei casi c) ed e) si può assumere çE≥ 0,8.
Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione.

Una variazione dell'altezza dell'edificio, per la realizzazione di cordoli sommitali **o variazioni della copertura che non comportino incrementi di superficie abitabile**, ~~sempre che resti immutato il numero di piani,~~ non è considerata ~~sopraelevazione o~~ ampliamento, ai sensi dei punti a) ~~e b).~~
In tal caso non è necessario procedere all'adeguamento, salvo che non ricorrano ~~le condizioni di cui ai precedenti punti c) o d).~~ **una o più condizioni di cui agli altri precedenti punti.**

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

8.4. CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Le **NTC** confermano le tre categorie di intervento previste dalle precedenti norme: *riparazione o intervento locale*, *miglioramento*, *adeguamento*. Indipendentemente dall'appartenenza ad una delle tre categorie, è opportuno che gli interventi in progetto siano primariamente finalizzati all'individuazione e all'eliminazione o riduzione di carenze e criticità locali che possano incidere sulla sicurezza, per poi prevedere l'eventuale rafforzamento della costruzione nel suo complesso. Interventi mirati all'eliminazione di specifiche criticità locali, pur con opere di modesto impatto economico e senza alterare sistemi d'equilibrio venutisi a creare nel tempo, possono infatti produrre aumenti sensibili della sicurezza.

8.4.1.RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

Ricadono in questa categoria gli interventi che non alterano significativamente il comportamento globale della costruzione; l'obiettivo sulla base del quale è valutata l'ammissibilità dell'intervento è un aumento della sicurezza di almeno una porzione della costruzione, ovvero, nel caso di danni subiti, quello del mantenimento o del miglioramento dell'originaria efficacia strutturale della porzione danneggiata.

In tale categoria rientrano gli interventi di ripristino, rinforzo o sostituzione di elementi strutturali o di parti di essi non adeguati alla funzione che devono svolgere (ad esempio travi, architravi, coperture, impalcati o porzioni di impalcato, pilastri, pannelli murari).

Il ripristino o rinforzo dei collegamenti esistenti tra i singoli componenti o tra parti di essi o la realizzazione di nuovi collegamenti (ad esempio tra pareti murarie, tra pareti e travi o solai, anche attraverso l'introduzione di catene/tiranti, chiodature tra elementi lignei di una copertura o di un solaio) ricadono in questa categoria. L'ammissibilità dell'intervento è legata alla condizione che le ridistribuzioni delle forze orizzontali e verticali non generino sostanziali modifiche del comportamento strutturale delle altre parti della costruzione e non determinino aumenti significativi dei carichi verticali.

Infine, la modifica di una porzione limitata della struttura (ad esempio l'apertura di un vano in una parete, accompagnata da opportuni rinforzi) può rientrare in questa categoria, a condizione che si dimostri che l'insieme degli interventi non modifica significativamente rigidezza, resistenza nei confronti delle azioni orizzontali e capacità di deformazione della struttura.

La relazione illustrativa dei lavori deve riportare i risultati delle indagini conoscitive svolte, le carenze strutturali riscontrate, la descrizione dei lavori e i risultati attesi, affermando e, se necessario, dimostrando che l'intervento non ha modificato in senso negativo il comportamento degli altri elementi della costruzione e di tutta la costruzione nel suo insieme.

Per questa categoria di intervento non è richiesta la valutazione della sicurezza globale dell'opera ma, nel caso di rafforzamento locale finalizzato al miglioramento del funzionamento di elementi strutturali o alla limitazione di meccanismi di collasso, è richiesta la valutazione della variazione del livello locale di sicurezza.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

8.4.2.INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

L'intervento di miglioramento tende all'aumento della sicurezza della costruzione.

In questa categoria ricadono tutti gli interventi che, non rientrando nella categoria dell'adeguamento, possono determinare modifiche, anche significative, del comportamento strutturale locale o globale o operando variazioni di rigidezza, resistenza o capacità deformativa di singoli elementi o di porzioni della struttura, o introducendo nuovi elementi strutturali. Ciò può avvenire, ad esempio, impegnando maggiormente gli elementi più resistenti, riducendo le irregolarità in pianta e in elevazione, eliminando i meccanismi di collasso locali o trasformandoli da fragili in duttili.

L'intervento di miglioramento può essere effettuato nei confronti anche soltanto di alcune categorie di azioni quali, indicativamente ma non esaustivamente, le azioni del vento, le azioni sismiche, le azioni gravitazionali, fermi restando gli obblighi indicati al § C.8.3.

Come specificato nel § 8.3 delle **NTC**, per questa categoria di interventi la valutazione della sicurezza è obbligatoria e finalizzata a determinare l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, cui la struttura può resistere con il grado di sicurezza richiesto. Essa riguarderà necessariamente, oltre ai possibili meccanismi locali, la struttura nel suo insieme.

Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E definito dalle **NTC** e introdotto al § C.8.3 può essere minore dell'unità; in particolare, per le costruzioni di classe IV il valore di ζ_E a seguito degli interventi di miglioramento deve essere comunque non minore di 0,6, mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E, sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1.

Nel miglioramento mediante l'impiego di isolatori sismici, si deve garantire che la sottostruttura si mantenga in campo sostanzialmente elastico; per la verifica del solo sistema di isolamento, il valore di ζ_E deve essere assunto almeno pari a 1,0. Inoltre, nel valutare la domanda di spostamento nei dispositivi e nei giunti sismici, il periodo proprio fondamentale del sistema isolato deve essere determinato tenendo conto opportunamente dell'elongazione del periodo proprio della sovrastruttura a seguito delle eventuali plasticizzazioni, in relazione al valore di ζ_E ad essa attribuito.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018
CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

8.4.3.INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

L'intervento di adeguamento ha l'obiettivo di raggiungere i livelli di sicurezza richiesti per gli edifici di nuova costruzione; nel § 8.4.3 delle **NTC** sono definiti i casi nei quali l'intervento di adeguamento è obbligatorio.

Per questa categoria di interventi la valutazione della sicurezza è obbligatoria e finalizzata a stabilire se la struttura, a seguito dell'intervento, è in grado di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto con il grado di sicurezza richiesto dalle **NTC** per le nuove costruzioni. Non è, in generale, necessario il soddisfacimento delle prescrizioni sui dettagli costruttivi (per esempio armatura minima, passo delle staffe, dimensioni minime di travi e pilastri, ecc.) valide per le costruzioni nuove, purché il progettista dimostri che le prestazioni previste per i vari stati limite sono comunque garantite.

Negli interventi di adeguamento delle costruzioni nei confronti delle azioni sismiche è richiesto, generalmente, il raggiungimento del valore unitario del parametro ζ_E; nel caso di semplici variazioni di classe e/o destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi verticali in fondazione superiori al 10% (caso c) del § 8.4.3 delle **NTC** è ammesso un valore minimo di ζ_E pari a 0,8. Tale riduzione mira sia a evitare stravolgimenti delle strutture originarie, sia a incentivare gli interventi di adeguamento.

Per gli edifici esistenti in muratura, particolarmente quelli storici, in cui il regime delle sollecitazioni è frutto della sovrapposizione delle vicende statiche subite dalla costruzione nel tempo, la previsione degli effetti degli interventi sul comportamento strutturale risulta estremamente difficile.

Per questo motivo, è conveniente limitare l'alterazione dello stato di fatto per non creare situazioni di esito incerto; particolare cautela deve pertanto essere adottata nel caso di interventi di tipo a), b) e d).

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018
CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

8.5.DEFINIZIONE DEL MODELLO DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI

La definizione di modelli di riferimento che descrivano il comportamento dell'edificio costituisce certamente una delle fasi più complesse dell'intera procedura di analisi. Infatti, considerando la grande varietà di costruzioni esistenti, non è possibile indicare procedure di modellazione univoche e, pertanto, si demanda al progettista la scelta di quelle più opportune per la particolare costruzione in esame. Tali problematiche diventano, poi, particolarmente rilevanti per le costruzioni in muratura, anche a causa delle numerose incertezze relative agli stati di sollecitazione in atto, ai tipi di materiale impiegati e al loro comportamento meccanico, al grado di connessione tra gli elementi strutturali e alla loro morfologia interna, oltre che agli eventuali interventi di riparazione o consolidamento già attuati in passato.

L'adeguata conoscenza del manufatto è presupposto fondamentale e fase imprescindibile per la comprensione di singole criticità e del comportamento strutturale; l'attendibilità dei risultati, dunque, è strettamente legata al livello di conoscenza.

È opportuno sottolineare che le fasi della conoscenza e dell'analisi non sono sequenziali, ma strettamente connesse.

Il piano delle indagini, ad esempio, può essere efficacemente indirizzato, in relazione sia alla tipologia delle prove, sia alla loro localizzazione, da un'analisi basata su dati preliminari relativi alle caratteristiche geometriche, costruttive e dei materiali. In tal modo è possibile identificare le zone critiche nei riguardi degli stati limite ultimi, investigando eventualmente la sensibilità della risposta alle incertezze sui principali parametri, e quindi razionalizzare il piano delle indagini sperimentali, anche in considerazione della loro onerosità ed invasività.

Per gli edifici in muratura, le verifiche nei riguardi di tutte le azioni, sismiche e non, possono essere eseguite utilizzando, quando previsto, un coefficiente γ_M non inferiore a 2 (Tab. 4.5.II in § 4.5.6.1 delle **NTC**); a tale riguardo va considerato che, in un edificio esistente, le caratteristiche meccaniche delle murature sono direttamente riscontrabili sulla costruzione.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

Tabella C8.5.I - *Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:* **f** *= resistenza media a compressione,* τ_0 *= resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),* f_{v0} *= resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),* **E** *= valore medio del modulo di elasticità normale,* **G** *= valore medio del modulo di elasticità tangenziale,* **w** *= peso specifico medio.*

Tipologia di muratura	f (N/mm²)	τ_0 (N/mm²)	f_{v0} (N/mm²)	E (N/mm²)	G (N/mm²)	w (kN/m³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc,) (**)	2,0-3,2	- -	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	- -	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es,: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	- -	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(**) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione **f** può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle **NTC**.

(***) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

Tabella C8.5.II - *Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.*

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorso listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).
(**) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).
(***) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione f_m superiore a 2 N/mm². In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $f_m^{0.35}$ (f_m in N/mm²).
(****) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

Tabella C.8.5.III – *Valori del coefficiente κ suggeriti per l'aggiornamento del valore medio dei parametri meccanici, secondo l'equazione [C8.5.4.3], con riferimento ai più diffusi metodi di indagine diretta sulle proprietà meccaniche della muratura.*

Metodo di prova	~~Parametro~~	~~κ~~
Prova di compressione diretta (su una porzione di parete muraria)	**E**	1,5
	f	1
Martinetto piatto doppio	**E**	1,5
	f (*)	2 (*)
Prova di compressione e taglio (su un pannello isolato nella parete muraria) – prova tipo Sheppard	**G**	1,5
	τ_0 - f_{v0}	1
Prova di compressione diagonale	**G**	1,5
	τ_0	1
Prova di taglio diretto sul giunto	f_{v0}	2
Prove in laboratorio sui costituenti (**)	f_b, f_m, f_g	2

(*) La prova con il martinetto piatto doppio consente di ottenere una misura del modulo elastico **E** della muratura, molto più raramente di misurarne direttamente la resistenza a compressione. Il coefficiente in tabella è quello suggerito quando nella prova viene misurata direttamente la resistenza a compressione. Ricordando che esiste una correlazione empirica approssimata di proporzionalità tra modulo **E** e resistenza media a compressione della muratura (desumibile dagli intervalli di variazione dei due parametri nella tabella C.8.5.I) il modulo **E** ottenuto dalla prova con martinetto piatto può fornire una stima indiretta di **f** utilizzabile nell'equazione [C8.5.4.3] purché si adotti un valore di κ almeno pari a 3.

(**) Nel caso di muratura in blocchi di pietra squadrati o artificiali pieni o semipieni si ipotizza che, con prove a compressione diretta sugli elementi e sulla malta (i costituenti), si possa stimare la resistenza caratteristica a compressione della muratura f_k tramite i metodi descritti al § 11.10.3.1.2 delle Norme. Nota f_k, la resistenza a compressione media **f** della muratura potrà essere quindi stimata come $f = 1{,}25\, f_k$.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018
CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

Tabella C8.5.IV – *Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio*

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e ***indagini limitate*** in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e ***prove limitate*** in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con ***indagini limitate*** in situ; in alternativa ***indagini estese*** in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con ***prove limitate*** in situ; in alternativa da ***prove estese*** in situ	Tutti	1,20
LC3		Disegni costruttivi completi con ***indagini limitate*** in situ; in alternativa ***indagini esaustive*** in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con ***prove estese*** in situ; in alternativa da ***prove esaustive*** in situ	Tutti	1,00

(*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

Tabella C8.5.V – *Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.*

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei dettagli costruttivi)[a]	Prove (sui materiali) [b][c]
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
limitato	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m² di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
esteso	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
esaustivo	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m² di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

Tabella C8.5.VI – *Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di acciaio*

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei collegamenti)[a]	Prove (sui materiali) [b][c]
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro…)	
limitato	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 15% degli elementi	1 provino di acciaio per piano dell'edificio, 1 campione di bullone o chiodo per piano dell'edificio
esteso	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 35% degli elementi	2 provino di acciaio per piano dell'edificio, 2 campioni di bullone o chiodo per piano dell'edificio
esaustivo	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 50% degli elementi	3 provino di acciaio per piano dell'edificio, 3 campioni di bullone o chiodo per piano dell'edificio

NOTE ESPLICATIVE ALLE TABELLE C8.5.V E C8.5.VI

Le percentuali di elementi da indagare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nelle Tabelle C8.5.V e C8.5.VI hanno valore indicativo e vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:

(a) Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per geometria e ruolo uguali nello schema strutturale.

(b) Le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per acquisire il livello di conoscenza desiderato è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali, con esclusione delle staffe.

(c) Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.

(d) Il numero di provini riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera, tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

8.7.4.CRITERI E TIPI D'INTERVENTO

Il § 8.7.4 delle **NTC** descrive gli aspetti principali degli interventi sugli edifici esistenti, qui sono riportate alcune raccomandazioni che possono costituire un utile riferimento ai fili della scelta degli interventi. Si sottolinea l'importanza che gli interventi siano definiti in funzione di specifiche vulnerabilità dell'edificio, analizzando prioritariamente quelle locali. Sono invece da evitarsi interventi generalizzati e diffusi, se non adeguatamente motivati da una specifica valutazione.

Nel caso in cui nell'intervento si faccia uso di materiali compositi (FRP), ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rinforzati, si possono utilizzare le Istruzioni **CNR-DT 200/2004** e ss.mm.ii.

8.7.4.1. CRITERI PER GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI DI MURATURA

Nel presente capitolo si forniscono criteri generali per gli interventi di consolidamento degli edifici di muratura, con riferimento ad alcune tecniche usualmente utilizzate. Ovviamente i criteri e le tecniche di seguito riportati sono indicativi e non esaustivi e non si esclude l'impiego di tecniche di intervento non citate, metodologie innovative o soluzioni particolari che il progettista individui come adeguate al caso specifico.

Gli interventi di consolidamento vanno applicati, per quanto possibile, con ottica unitaria. L'esecuzione di interventi su porzioni limitate dell'edificio va opportunamente valutata e giustificata considerando, tra l'altro, gli effetti in termini di variazione nella distribuzione delle rigidezze; ciò non significa che ogni intervento debba essere realizzato in modo diffuso, spesso negli edifici di muratura gli interventi volti ad eliminare le vulnerabilità locali rivestono infatti grande importanza. Particolare attenzione va posta alla fase esecutiva degli interventi, onde evitare di comprometterne l'efficacia.

Oltre agli interventi volti a sanare le carenze nei confronti delle azioni non sismiche, quelli che generalmente inducono i maggiori benefici nei riguardi delle azioni sismiche riguardano:

1. La formazione dei diaframmi di piano, a livello dei solai ed eventualmente nelle falde di copertura.
2. Le connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano.
3. I collegamenti nello spessore della parete in presenza di paramenti multipli.
4. L'incremento della sismo-resistenza delle pareti.
5. Il contenimento delle spinte ed il consolidamento di archi e volte.

Di seguito, a livello indicativo, sono riportate alcune soluzioni tecniche per alcuni dei miglioramenti sopra indicati.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

- Formazione dei diaframmi di piano

Il ruolo primario dei solai è quello di sostenere i carichi verticali, ma la loro funzione durante lo scuotimento sismico è quella di trasferire le azioni orizzontali alle pareti e di scongiurare l'attivazione dei meccanismi fuori piano delle pareti collegandole efficacemente. I solai devono pertanto essere ben ancorati alle murature, soprattutto a quelle perimetrali, e devono essere dotati di rigidezza e resistenza nel proprio piano sufficienti ad assolvere le funzioni sopra indicate. Molti solai, in particolare quelli lignei, non sono dotati di simili caratteristiche, per cui possono risultare necessari interventi di rinforzo e di irrigidimento nel proprio piano.

Occorre notare comunque che può non essere necessario realizzare un'elevata rigidezza, in quanto i meccanismi fuori dal piano sono caratterizzati da deformazioni ammissibili anche elevate, mentre è opportuno che i diaframmi abbiano una resistenza sufficiente a trasferire le azioni tra una parete e l'altra, quando la prima raggiunge la resistenza ultima a taglio.

Per gli edifici storici, nel consolidamento di solai lignei sono generalmente preferibili i diaframmi leggeri, di rigidezza non trascurabile, realizzati a secco, quali quelli ottenuti con doppio assito, con pannelli a base legno quali quelli citati nel paragrafo 11.7, lamiere di acciaio, reticolari di acciaio, reticolari con fibre o altro materiale idoneo ecc. Nel caso sia presente un sottofondo a supporto della pavimentazione, i diaframmi di piano possono essere realizzati sostituendolo con un nuovo sottofondo strutturale opportunamente armato. Quando la pianta sia irregolare (per forma o per la presenza della discontinuità prodotta dalle scale) i diaframmi possono essere resi efficaci su singole porzioni di solaio, purché in grado di svolgere la funzione sopra descritta; opportuni collegamenti devono garantire il trasferimento al diaframma delle azioni sismiche provenienti dalle porzioni non direttamente connesse al diaframma stesso. In presenza di corpi di fabbrica di rigidezza e comportamento dinamico diverso può essere preferibile non forzare l'edificio a realizzare un comportamento unitario, al quale potrebbero corrispondere significativi effetti torsionali ed elevate forze trasferite tra diaframmi e pareti murarie, ma conservare l'originario funzionamento consentendo comportamento locali, a patto che siano verificati gli effetti delle significative deformazioni che si generano nelle zone di collegamento.

Nel caso risulti necessario anche un consolidamento statico del solaio per le sollecitazioni flettenti, quando è presente l'impalcato ligneo è possibile conseguire contemporaneamente un rinforzo nel piano e un rinforzo flessionale, realizzando strutture composte legno-legno mediante solette lignee, che sfruttino eventualmente il tavolato esistente, rese opportunamente collaboranti con le travi tramite idonei connettori a taglio. La tecnica di rinforzo con soletta collaborante in calcestruzzo realizza ugualmente un elevato irrigidimento nel piano e un miglioramento della resistenza ai carichi verticali, ma con un maggiore incremento dei pesi.

Nel caso di solai a putrelle e voltine o tavelloni, un miglioramento del comportamento flessionale delle travi e nel piano del solaio può essere ottenuto con un irrigidimento mediante solette armate rese solidali ai profilati e collegate alle murature perimetrali mediante opportuni connettori. Nel caso di solai con voltine, può essere necessario anche collegare tra loro i profilati, saldando bandelle o barre metalliche trasversali, all'intradosso o all'estradosso.

Per quanto riguarda le ***coperture***, nelle costruzioni in muratura è in linea generale opportuno il mantenimento dei tetti in legno per non incrementare le masse nella parte più alta dell'edificio, rispetto a soluzioni più pesanti di acciaio o di calcestruzzo armato. Ove i tetti presentino orditure spingenti, come nel caso di puntoni inclinati o cantonali privi di elementi di ritegno, la spinta deve essere contenuta, integrando in modo opportuno lo schema strutturale. E' inoltre opportuno intervenire sui collegamenti tra gli elementi lignei per evitare locali situazioni spingenti o di labilità.

La carpenteria lignea della copertura può essere usata per realizzare diaframmi resistenti nei piani delle falde. La connessione con le pareti portanti per scongiurare meccanismi fuori piano di quest'ultime deve essere assicurata lungo il coronamento delle murature.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

- Connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano

Le connessioni delle pareti tra loro e ai diaframmi di piano hanno il compito di ridurre la snellezza delle pareti, rispettivamente nei riguardi della flessione orizzontale e verticale. Ciò ha il duplice effetto di: 1) limitare gli spostamenti fuori dal piano a livello degli orizzontamenti, prevenendo lo sfilamento delle travi dei solai e della copertura; 2) limitare l'ampiezza della porzione di parete muraria potenzialmente interessata da meccanismi fuori dal piano, riducendo la vulnerabilità nei riguardi di cinematismi locali.

Qualora i collegamenti tra le pareti siano scarsi o deteriorati, può essere realizzata un'***idonea ammorsatura*** tra parti adiacenti o intersecantisi. Questa può essere realizzata o migliorata con interventi locali quali ad esempio interventi tipo ***scuci-cuci***. ***Cuciture armate*** realizzate con barre di lunghezza limitata, iniettate con malta o resina, non sempre risultano efficaci, per la difficoltà di garantire un adeguato ancoraggio in presenza di un nucleo interno di scadenti proprietà, e possono essere invasive (in ogni caso è opportuno utilizzare elementi metallici inossidabili o altri materiali idonei).

Particolarmente efficaci sono gli elementi di collegamento tra pareti opposte atti a impedirne le rotazioni verso l'esterno e ad assicurare il funzionamento scatolare dell'edificio. A tale scopo possono essere utilmente impiegati ***tiranti*** (o ***catene***), siano essi metallici o di altri materiali, disposti nelle due direzioni principali del fabbricato, al livello dei solai e in corrispondenza delle pareti portanti. I tiranti consentono anche la formazione del meccanismo tirante-puntone nelle fasce, migliorando la capacità di accoppiamento dei maschi murari.

Il progetto dell'inserimento di nuovi tiranti presuppone il rilievo di quelli eventualmente esistenti e la valutazione della loro efficacia.

In alternativa, il funzionamento scatolare dell'edificio è favorito dalle ***cerchiature esterne***, che in alcuni casi si possono realizzare con elementi metallici o materiali compositi, particolarmente efficaci nel caso di edifici di dimensioni in pianta ridotte, come i campanili, o quando vengono realizzati ancoraggi in corrispondenza dei martelli murari. È in ogni caso necessario evitare l'insorgere di concentrazioni di tensioni in corrispondenza degli spigoli delle murature

Il ***collegamento dei diaframmi di piano*** alle pareti è in primo luogo assicurato dagli elementi principali degli stessi, ovvero travi principali e secondarie in legno o putrelle metalliche. Questi elementi devono essere appoggiati nella parete muraria per una sufficiente lunghezza ed il carico verticale deve essere adeguatamente diffuso alla muratura (eventualmente grazie ad elementi locali di ripartizione). Anche se in modo non sistematico, l'aggiunta di elementi di connessione ancorati alla parete muraria può essere utile a migliorare la risposta sismica, in quanto fa funzionare l'elemento inflesso anche come tirante di collegamento confidando in un ancoraggio meccanico e non solo sull'attrito. Nel caso di edifici di muratura con solai in latero-cemento, questi sono già collegati alla muratura per la presenza di un cordolo continuo nello spessore murario. In alcuni casi, quando si valuta come necessario garantire un collegamento continuo tra diaframma di piano e pareti murarie, possono essere adottati ancoraggi puntuali realizzati sul perimetro degli orizzontamenti attraverso barre iniettate con malte o resine. Le sollecitazioni di progetto possono essere valutate con diversi modelli, tenendo conto che queste crescono nel caso di diaframmi di rigidezza significativa; se la connessione non ha adeguata duttilità, tale sollecitazione deve essere incrementata del 20%.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

I ***cordoli in sommità*** possono costituire una soluzione efficace sia per collegare le pareti in una zona dove la muratura è meno resistente a taglio a causa del basso livello di compressione, sia per contenere eventuali azioni spingenti della copertura, sia anche per favorire l'appoggio delle singole membrature dell'orditura. Il collegamento del cordolo con la muratura esistente può essere realizzato, in assenza di soluzioni più efficaci e meno invasive, attraverso perforazioni armate con barre metalliche, protette o di tipo inossidabile, oppure di altro materiale resistente a trazione, efficacemente ancorate alla muratura.

I cordoli in sommità possono essere realizzati nei seguenti modi.

- ***Cordoli realizzati con elementi lignei,*** adeguatamente protetti, collegati tra loro in modo da garantire continuità e resistenza. Tale tecnica è storicamente ricorrente in presenza di coperture lignee, in quanto consente un facile ed efficace collegamento (con chiodi, viti o staffe) alle coperture.
- ***Cordoli realizzati con muratura armata***. La muratura del cordolo deve essere a tutto spessore e di buone caratteristiche: in genere la soluzione più naturale è l'uso di mattoni pieni o semipieni. All'interno della muratura deve essere posizionata un'armatura metallica non ossidabile, o altro materiale resistente a trazione, resa aderente alla muratura del cordolo.
- ***Cordoli realizzati con elementi d'acciaio***. L'impiego di elementi di acciaio consente di limitare gli incrementi di peso. I cordoli possono essere eseguiti attraverso una leggera struttura reticolare nel piano orizzontale, in elementi angolari e piatti metallici. In alternativa è possibile realizzare, ad una quota di poco inferiore alla sommità della parete muraria, una trave di muratura armata, applicando piatti o profili ai due lati della muratura e collegandoli tra loro tramite barre passanti. In entrambi i casi, è necessario realizzare un accettabile collegamento alla muratura (più complesso nel primo caso). I cordoli metallici si prestano particolarmente bene al collegamento degli elementi lignei della copertura e contribuiscono all'eliminazione delle spinte.
- ***Cordoli di calcestruzzo armato***. I cordoli di c.a. sono di largo impiego e, in genere, di buona efficacia per le moderne costruzioni in muratura. Nelle costruzioni storiche esistenti, cordoli possono essere realizzati in sommità delle murature, valutandone attentamente la compatibilità con l'esistente in termini di rigidezza (si consiglia la realizzazione di cordoli di limitata altezza). È in genere opportuno un consolidamento della muratura in corrispondenza della sommità, al fine di migliorare il collegamento tra cordolo e muratura grazie all'attrito e all'ammorsamento tra gli elementi. L'uso di perfori armati deve essere adottato con attenzione e non sempre ottiene il risultato sperato.

L'esecuzione di cordolature a livelli intermedi risulta necessaria solo in determinati casi, che devono essere adeguatamente motivati. L'uso di cordoli eseguiti a scasso nello spessore della parete deve essere evitato per gli effetti negativi legati all'alterazione dello stato di sollecitazioni della parete per effetto della formazione delle aperture in breccia. La soluzione più efficace per la realizzazione di cordoli a livello intermedio è quella della trave in muratura armata, ottenuta applicando piatti metallici sui due lati della muratura e collegandoli tramite barre passanti, come descritto in precedenza.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

- Collegamenti nello spessore della parete in presenza di paramenti multipli

Quando i collegamenti tra paramento esterno e interno sono insufficienti, come frequentemente avviene per le murature in pietrame, occorre verificare che, per effetto delle azioni sismiche, non si attivi un meccanismo di flessione fuori piano nella porzione di paramento compresa tra due ritegni dotati di ancoraggio esterno. Si può eventualmente ricorrere a diatoni di contenimento integrativi, disposti nella parete ad adeguata distanza tra loro (in misura non necessariamente troppo fitta).

L'inserimento di ***diatoni artificiali***, realizzati in calcestruzzo armato, in profilati metallici o in altri materiali resistenti a trazione, compreso l'utilizzo di legature metalliche come i ***tirantini antiespulsivi*** o di legature con materiali compositi, può realizzare un efficace collegamento tra i paramenti murari, evitando il distacco o l'innesco di fenomeni di instabilità per compressione dei paramenti esterni.

Il vantaggio dei diatoni artificiali rispetto ai tirantini antiespulsivi è quello di possedere rigidezza a taglio. L'efficacia di tali interventi è comunque legata all'effettiva possibilità di realizzare la solidarietà dei presidi con la muratura circostante che, pertanto, deve presentare buona consistenza per evitare che gli elementi aggiuntivi siano causa di discontinuità e determinino concentrazioni di sforzo.

- Incremento della sismo-resistenza delle pareti

Qualora i setti murari siano costituiti da materiale di bassa qualità, sia per difetto originario, sia per effetto dei fenomeni di degrado o di eventi traumatici, può risultare opportuno migliorare le caratteristiche meccaniche del materiale. Il tipo di intervento da applicare va valutato in base alla tipologia e alla qualità della muratura e può variare dalla ricostruzione parziale (interventi di *scuci-cuci*) al consolidamento mediante iniezioni o mediante interventi superficiali o altre tecniche opportune; in ogni caso si deve procedere alla verifica preliminare della compatibilità chimico-fisica dei materiali nuovi con quelli originari. Anche in questo caso, gli interventi devono essere ragionevolmente diffusi, a meno che non si riscontri in singoli maschi murari una qualità particolarmente scadente o un maggiore impegno statico rispetto a quelli adiacenti.

Nei casi in cui si operi attraverso le ***iniezioni di miscele leganti***, si deve procedere anche alla verifica della fattibilità dell'intervento in termini di capacità delle murature di assorbire e diffondere le malte iniettate e si deve porre particolare attenzione nella scelta della pressione di immissione della miscela, per evitare dissesti locali.

L'intervento di ***ristilatura dei giunti***, se effettuato su entrambe le superfici esterne, può migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura incrementandone, di fatto, l'area della sezione trasversale. Particolare cura deve essere rivolta alla scelta della malta da utilizzare in relazione a quella esistente. L'eventuale inserimento nei giunti "ristilati" di piccole barre, trefoli o piattine metalliche o di altri materiali resistenti a trazione, specie se organizzati come sistema continuo nelle due direzioni e con connessione trasversale dei paramenti, può migliorare ulteriormente l'efficacia dell'intervento.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

Il placcaggio delle murature con ***intonaco armato*** costituisce un efficiente provvedimento nel caso in cui le murature siano gravemente danneggiate o incoerenti, purché siano posti in opera i necessari collegamenti trasversali bene ancorati alle armature. Le *fodere* possono essere realizzate con malte a base di cemento e armatura in reti o tessuti di acciaio inossidabile, oppure con materiali compositi, utilizzando fibre di carbonio, vetro o aramidiche. L'uso di tale tecnica su grandi superfici può creare problemi di traspirabilità e può aumentare la rigidezza dei setti in maniera considerevole (l'effetto di tale irrigidimento sulla risposta sismica deve essere adeguatamente verificato).

Il rinforzo dei setti murari può essere eseguito mediante elementi strutturali integrativi collaboranti disposti sulla superficie; questi possono essere, per esempio, realizzati in acciaio (strutture reticolari costituite da piatti) o in legno (pannellature). Opportune connessioni devono consentire la collaborazione tra la parete esistente e il rinforzo; inoltre, la rigidezza e la capacità di deformazione degli elementi integrativi e collaboranti devono essere dello stesso ordine di grandezza di quelle della muratura. Qualora gli elementi integrativi abbiano rigidezza significativamente maggiore di quella della parete, essi devono essere progettati per sopportare l'intera sollecitazione sismica. Opportune connessioni possono consentire di trasmettere agli elementi di rinforzo parte o l'intero peso della parete ai fini delle verifiche nei riguardi delle azioni non sismiche.

L'applicazione di ***fasciature resistenti a trazione*** può essere realizzata sia con fasce di materiali compositi (sopra citati) sia con tessuti in trefoli di acciaio inossidabile, fissate al supporto murario con prodotti a base cementizia o polimerica. Verifiche accurate devono essere eseguite nei confronti del rischio di scollamento progressivo (*debonding*), dovuto alla concentrazione degli sforzi alle estremità delle fasciature, o di *peeling*, dovuto al cedimento dello strato superficiale del supporto.

L'inserimento di ***tiranti verticali post-tesi*** è un intervento applicabile solo in presenza di murature di ottima qualità. In ogni caso, devono essere tenute in considerazione le perdite di tensione che si possono verificare nel tempo e, di conseguenza, il rischio di annullamento dell'effetto di precompressione nel lungo periodo.

Nel caso di realizzazione di ***nuove aperture*** in pareti esistenti, per far fronte alla diminuzione della capacità resistente della parete e all'aumento della sua deformabilità, può essere necessario prevedere rinforzi in grado di collaborare con la muratura esistente attraverso opportune connessioni ripristinando, per quanto possibile, la condizione dell'intera parete in atto prima della realizzazione dell'apertura (si fa presente che nel caso in cui i profili che realizzano la cerchiatura siano connessi con una certa continuità ai pannelli murari, il contributo irrigidente prodotto dal telaio risulta significativamente maggiore rispetto al telaio isolato). E' necessario altresì verificare l'effetto delle interazioni tra il rinforzo e la muratura, per evitare concentrazioni di sforzo e sovraccarico delle connessioni. Si segnala infine che, nel caso di cerchiature, la necessità di non modificare significativamente la rigidezza della struttura e non peggiorare la resistenza nei confronti delle azioni orizzontali e la capacità di deformazione (vedi § C8.4.1) è richiesta solo per le riparazioni o gli interventi locali; nei casi di miglioramento o adeguamento le conseguenze della realizzazione di una apertura possono essere valutate attraverso la modellazione e verifica nello stato di progetto, senza la necessità che siano pienamente ripristinate le condizioni locali dello stato di fatto.

Un incremento della capacità portante delle pareti murarie, con conseguente miglioramento del comportamento sismico, si ottiene infine anche attraverso l'eliminazione delle discontinuità con la chiusura di nicchie, canne fumarie cavedi o anche di vecchie lesioni o sconnessioni all'interno delle murature, purché venga realizzato un efficace collegamento dei nuovi elementi di muratura con quelli esistenti.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018

CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

- Contenimento delle spinte e consolidamento di archi e volte

L'assorbimento delle spinte di strutture voltate, particolarmente importante in caso di sisma, può essere ottenuto con ***tiranti*** e ***cerchiature***. La posizione ottimale dei tiranti è al di sopra delle imposte degli archi, ma spesso tale soluzione non può essere adottata, per cui può essere necessario disporre i tiranti all'estradosso, purché ne sia dimostrata l'efficacia e la flessione risultante sia adeguatamente presidiata. Presidi estradossali possono essere realizzati con elementi dotati anche di rigidezza flessionale (putrelle di limitata sezione) e aggiungendo tiranti inclinati a questi connessi e ancorati a livello delle imposte (catene a braga).

La realizzazione di ***contrafforti*** (o ***ringrossi murari)*** è utile nei confronti delle sollecitazioni non sismiche, ma il loro effetto in caso di azioni sismiche deve essere adeguatamente valutato, a causa dei potenziali effetti locali connessi al significativo irrigidimento.

Per il consolidamento di archi e volte di spessore particolarmente sottile è possibile anche il ricorso a tecniche di rinforzo estradossali con fasce di materiale composito o con intonaci a base di calce, armati con rete metallica o con fasce di microtrefoli d'acciaio. Soluzioni alternative o integrative possono essere ottenute con frenelli o riempimenti coesivi leggeri.

La realizzazione di soluzioni pesanti come cappe e contro-volte in calcestruzzo, armato o meno, va valutata con cautela a causa degli incrementi di peso che comporta.

- Altri interventi

- **Interventi su pilastri e colonne**

Tenendo presente che i pilastri e le colonne sono essenzialmente destinati a sopportare carichi verticali con modeste eccentricità, gli interventi tendono generalmente a:

- migliorare la resistenza a sforzo normale mediante ad esempio cerchiature e fasciature;
- eliminare eventuali spinte orizzontali prodotte da elementi spingenti poggianti su di essi.

In presenza di azioni sismiche, le colonne e i pilastri, realizzati in muratura o anche monolitici, devono, infatti, non solo essere preservati da forze orizzontali, ma anche essere impediti di ruotare in sommità.

Sono da evitare, in genere, gli inserimenti di anime metalliche, perforazioni armate, precompressioni longitudinali e in generale, salvo in caso di accertata e inevitabile necessità, gli interventi volti a conferire a colonne e pilastri in muratura capacità resistenti non usuali.

- **Interventi sulle scale**

La struttura portante delle scale deve essere accuratamente verificata, sia per le azioni non sismiche, sia per le azioni sismiche.

Particolari situazioni di rischio possono presentare le soluzioni ad arco rampante, spesso particolarmente sottile e spingente su murature esterne, oppure quelle realizzate con gradini di pietra a sbalzo, sia per le insufficienti dimensioni dei gradini, sia per l'insufficiente spessore delle murature nelle quali questi sono inseriti.

È infine opportuno verificare la sicurezza dei parapetti, spesso inaspettatamente poco resistenti.

BOZZA CIRCOLARE NTC 2018
CAPITOLO 8 «Costruzioni esistenti»

- **Realizzazione di giunti sismici**

La realizzazione di giunti sismici in edifici esistenti di muratura, specie se in aggregato, risulta tecnicamente problematica e deve essere attentamente valutata perché può produrre effetti negativi nei confronti dell'equilibrio statico delle diverse parti coinvolte.

In linea generale questa potrebbe essere opportuna nei casi di strutture adiacenti con marcate differenze di altezza, per evitare martellamenti e danneggiamenti in corrispondenza delle zone di contiguità, oppure quando due corpi di fabbrica connessi sono caratterizzati da rigidezze significativamente diverse, situazione molto frequente nei centri storici.

- **Interventi in fondazione**

I cedimenti in fondazione di un edificio sono generalmente fenomeni che si manifestano lentamente, se non sono prodotti da repentine alterazioni del suolo (ad es. variazioni del regime idrico per perdite di tubazioni e fognature, nuove costruzioni contigue, rilevati o scavi vicini). Negli edifici esistenti le insufficienze fondali sono pertanto messe in luce, nella maggior parte dei casi, grazie alla presenza di quadri fessurativi e deformativi che possono essere individuati nella fase di rilievo. Per una prima valutazione dell'efficacia di un sistema fondale di un edificio esistente è pertanto fondamentale un accurato rilievo dei quadri fessurativi e dei dissesti, nonché lo studio dell'evoluzione storica di tali fenomeni.

Per quanto riguarda gli effetti dei terremoti, se si escludono casi di pendii instabili e fenomeni di liquefazione dei terreni, è raro che i dissesti siano legati a insufficienze fondali. In ogni caso la conoscenza del sistema fondale e l'identificazione delle manifestazioni di dissesto precedenti all'evento sismico è fondamentale per la valutazione della capacità resistente post sisma.

Nel caso in cui la fondazione poggi su terreni dalle caratteristiche geomeccaniche inadeguate al trasferimento dei carichi, o nel caso in cui si siano manifestati dissesti attribuibili al sistema fondale o siano stati effettuati interventi che modifichino i carichi alla base, occorre procedere alla verifica e all'eventuale consolidamento delle fondazioni. Gli interventi sono di massima classificabili nelle seguenti tipologie.

Allargamento della fondazione mediante cordoli o platee in c.a. L'intervento va realizzato in modo tale da far collaborare adeguatamente le fondazioni esistenti con le nuove, curando in particolare la connessione fra nuova e vecchia fondazione. A tale scopo, deve essere realizzato un collegamento rigido (travi in c.a., traversi in acciaio di idonea rigidezza, barre post-tese che garantiscono una trasmissione per attrito) in grado di trasferire parte dei carichi provenienti dalla sovrastruttura ai nuovi elementi. In presenza di possibili cedimenti differenziali della fondazione è opportuno valutarne gli effetti sull'intero fabbricato.

Consolidamento dei terreni di fondazione. Gli interventi di consolidamento dei terreni possono essere effettuati mediante iniezioni di miscele cementizie, resine (ad es. poliuretani che si espandono nel terreno) o altre sostanze chimiche.

TESTO COORDINATO

9 COLLAUDO STATICO
9.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Il collaudo statico, **inteso come procedura disciplinata dalle vigenti leggi di settore**, ~~riguarda il~~ **è finalizzato alla valutazione e** giudizio sul ~~comportamento e~~ le prestazioni, **come definite dalle presenti norme,** ~~delle parti dell'opera che svolgono funzione portante.~~ **delle opere e delle componenti strutturali comprese nel progetto ed eventuali varianti depositate presso gli organi di controllo competenti. In caso di esito positivo, la procedura si conclude con l'emissione del certificato di collaudo statico.**

Il collaudo statico, tranne casi particolari, va eseguito in corso d'opera ~~quando vengono posti in opera elementi strutturali non più ispezionabili, controllabili e collaudabili a seguito del proseguire della costruzione.~~

Le opere non possono essere poste in esercizio prima dell'effettuazione del collaudo statico.
Il collaudo statico di tutte le opere di ingegneria civile regolamentate dalle presenti norme tecniche, deve comprendere i seguenti adempimenti:
a) controllo di quanto prescritto per le opere eseguite sia con materiali regolamentati dal DPR 6.6.2001 n. 380, leggi n. 1086/71 e n. 64/74 sia con materiali diversi;
b) ispezione dell'opera nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali ove il collaudatore sia nominato in corso d'opera, e dell'opera nel suo complesso, con particolare riguardo alle parti strutturali più importanti.
L'ispezione dell'opera verrà eseguita alla presenza del Direttore dei lavori e del Costruttore, confrontando in contraddittorio il progetto depositato in cantiere con il costruito.
[…]

11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.3 ACCIAIO

11.3.4.10 CENTRI DI TRASFORMAZIONE E CENTRI DI PRODUZIONE DI ELEMENTI IN ACCIAIO

Nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica, per i prodotti e/o componenti strutturali per cui non sia applicabile la marcatura CE, si definiscono

- *Centri di trasformazione per carpenteria metallica*: i centri di prelavorazione e le officine di produzione di carpenterie metalliche . I Centri di trasformazione devono possedere tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, salvo diversamente specificato al punto 11.3.4.11.2.
- *Centri di produzione di elementi in acciaio*: i centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo, le officine per la produzione di bulloni e chiodi, le officine di produzione di elementi strutturali in serie. Ai produttori di elementi tipologici in acciaio si applicano le disposizioni previste al §11.3.4.1 ed al § 11.3.1.7 per i centri di trasformazione. Agli elementi seriali da essi fabbricati si applicano le disposizioni di cui al punto 11.1.

Classificazione per tipologia dei trasformatori e produttori di carpenterie metalliche non soggette a marcatura CE secondo UNI EN 1090-1.

È utile ricordare che non esiste un **elenco ufficiale di prodotti coperti da marcatura CE.**
Esistono **linee guida** (linea guida CEN/TR 17052:2017) da utilizzare **per stabilire se un prodotto rientra o meno nel campo di applicazione della UNI EN 1090-1.**

Si dice che il prodotto è coperto dalla norma EN 1090-1 se:

1. **soddisfa i requisiti della EN 1090-2 e -3** (Esecuzione strutture in acciaio e in alluminio);
2. **può definirsi prodotto strutturale da costruzione secondo il Regolamento Europeo 305/11** e quindi **deve essere incorporato in maniera permanente** nell'opera da costruire e **deve contribuire ad assolvere i Requisiti di Base n. 1 e 2 dell'opera (il Requisito 1 riguarda la Resistenza meccanica e la Stabilità, mentre il Requisito n.2 riguarda la Sicurezza in caso di incendio).**

Comunque il prodotto non è coperto dalla norma EN 1090-1 se esiste un'altra Specifica tecnica europea che lo riguarda, sia essa una norma armonizzata, un ETAG, un EAD o un ETA.

11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.3 ACCIAIO

11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

- *Elementi di Carpenteria Metallica*: 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.

- *Lamiere grecate e profili formati a freddo*: 3 prove ogni 15 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera,, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di lamiere grecate o profili formati a freddo non superiore a 0.5 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

- *Bulloni e chiodi*: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

- *Giunzioni meccaniche*: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 10, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti.

I criteri di valutazione dei risultati dei controlli di accettazione devono essere adeguatamente stabiliti dal Direttore dei Lavori in relazione alle caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante nella documentazione di identificazione e qualificazione e previste dalle presenti norme o dalla documentazione di progetto per la specifica opera. Questi criteri tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. Tali criteri devono essere adeguatamente illustrati nella "*Relazione sui controlli e sulle prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali*" predisposta dal Direttore dei lavori al termine dei lavori stessi.

Il nuovo DM 17/01/2018 definisce nel dettaglio le frequenze di controllo in base al tipo di materiale da controllare.

2. PROFILI DI RESPONSABILITA’

IL PROGETTO

- *Sottratto alla logica stringente di un determinismo* → ***LA CERTEZZA DEL RISULTATO***
- *Proiettato nel quadro dell'aleatorietà e della probabilità*

GLI OBBLIGHI ASSICURATIVI

PROFESSIONE INTELLETTUALE:
(CC 2229 – 2238)

- **Personalità** nell'esecuzione della prestazione
- **Riserva** nell'esercizio
- **Responsabilità** personale ed illimitata

C.C. 2236: Se la prestazione implica la soluzione di problemi tecnici di speciale difficoltà il prestatore d'opera **non risponde** per danni se non in caso di dolo o colpa grave.

- Errore grossolano
- Assenza di fondamentali conoscenze
- Superficialità, disinteresse nella professione intellettuale, protetta

→ **RUOLO DELLA FORMAZIONE** → ETICA, TECNICA

PROFILI DI RESPONSABILITA'

*"**OBBLIGAZIONI DI MEZZI:*** il professionista, assumendo l'incarico, si impegna a prestare diligentemente la propria opera per raggiungere il risultato desiderato dall'altra parte, **ma non a conseguirlo**, poiché per ottenerlo può essere necessario il concorso di altri fattori non dipendenti dall'attività del prestatore d'opera ne sempre da lui domabili o controllabili"

*"**OBBLIGAZIONI DI RISULTATO:*** **la prestazione dovuta è costituita proprio dal risultato**. In questo caso si configurerà la responsabilità per il solo fatto che un determinato risultato non sia stato raggiunto, a nulla rilevando la condotta e la diligenza impiegate dal professionista."

"In passato, la distinzione e la scelta di collocare le obbligazioni del professionista nell'alveo delle obbligazioni di mezzi era dovuta alla considerazione che le prestazioni del professionista sono spesso connotate da un alto tasso di aleatorietà: il risultato, infatti, spesso può essere raggiunto solo con il concorso di ulteriori fattori favorevoli, estranei alla sfera di dominio del professionista.
Così, per lungo tempo, si è ritenuto che l'obbligazione del professionista fosse solo quella di **porre in essere un comportamento professionalmente adeguato**, **espressione della diligenza richiesta** dallo standard medio di riferimento, **senza obbligo di far conseguire al cliente un risultato**, poiché quest'ultimo è solo in parte legato casualmente alla prestazione che gli viene richiesta."

- ***IL PROGRESSIVO DECLINO DELL'IMMUNITA' DEI LIBERI PROFESSIONISTI:***

Cassazione (C. Civ., Sez. II, 3.9.2008, n. 22129)

*"*La distinzione tra obbligazioni di mezzi ed obbligazioni di risultato **non ha rilevanza sul regime di responsabilità del progettista**. Pertanto, **tale distinzione è ininfluente** ai fini della valutazione della responsabilità di chi riceve il compito di redigere un progetto di ingegneria o architettura: il mancato conseguimento dello scopo pratico avuto di mira dal cliente è comunque addebitabile al professionista se è conseguenza di suoi errori commessi nella formazione dell'elaborato, che ne rendano le previsioni inidonee ad essere attuate"

IL PROPRIETARIO/DATORE DI LAVORO

L'art. 677 del Codice Penale, intitolato "Omissione di lavori in edifici o costruzioni che minacciano rovina":

"1. Il proprietario di un edificio o di una costruzione che minacci rovina […] il quale omette di provvedere ai lavori necessari per rimuovere il pericolo, è punito con la sanzione amministrativa […]

"La fattispecie di cui al comma 1 dell'art. 677 c.p. 'sanziona' l'omissione dei lavori necessari a rimuovere il pericolo, generico e presunto, in un edificio o costruzione che minacci rovina; l'ipotesi prevista al comma 3, richiede che dall'omissione dei lavori, in edifici o costruzioni che minacciano rovina, derivi il pericolo concreto per l'incolumità delle persone" (Cassazione penale, sez. I, 03/05/2006, n. 16285, in CED Cass. pen. 2006, rv 34435).

"Più precisamente "il reato si perfeziona non appena sorga una situazione di pericolo e perdura sino a che non sia cessata" (Cassazione penale 13.02.1974, in Mass. Dec. pen. 1974, m 126.218)

La **giurisprudenza** ha poi dettato la seguente interpretazione:
"L'obbligo giuridico del proprietario di rimuovere il pericolo derivante dalla minacciante rovina di parti comuni di un edificio […] è del tutto indipendente dalla causa che ha determinato il pericolo, sicché è irrilevante l'origine del pericolo stesso e, tanto meno, la sua attribuibilità all'obbligato o la sua derivazione da caso fortuito o da forza maggiore, **quale addirittura un terremoto**" (Cassazione Penale, sez. I, 3.10.1996 n. 9866, in Cass. pen. 1997, 2716 (s.m.); Cassazione penale sez. I 11 aprile 1985, in Riv. pen. 1986, 420., Giust. pen. 1986, II, 423 (s.m.).

3. CONCLUSIONI

CONCLUSIONI

656. Considerazioni intuitive sul comportamento statico delle membrane (18).

(a) Nel caso di un filo infinitamente flessibile fissato alle estremità e soggetto a forze esterne agenti in un piano, sappiamo (n. 115) che tali forze sono equilibrate dal solo sforzo di trazione S agente nel filo purchè questo abbia la forma di una funicolare delle forze (v. anche la nota 60). Perciò esso, che per la sua estrema flessibilità non ha una forma propria, si dispone appunto secondo una funicolare.

Se il filo ha una certa rigidezza, risulta ancora soggetto a trazione semplice S soltanto nel caso che la sua forma propria (cioè di origine) coincida con una funicolare delle forze esterne. Se invece esso ha una forma propria diversa, si deforma in modo da tendere a una funicolare, avvicinandosi tanto più a questa quanto più è flessibile; ma tale deformazione provoca momenti flettenti proporzionali alle variazioni di curvatura e al modulo di rigidezza EJ del filo.

(b) Una membrana, invece, ha sempre una forma propria anche se è infinitamente flessibile (tessuto, supposto naturalmente in tensione, cioè non floscio), perchè un cambiamento sostanziale di forma richiederebbe delle dilatazioni ε_1 ed ε_2 enormemente maggiori di quelle elastiche (si pensi ad es. a una membrana a forma di paraboloide o di cono che si volesse trasformare in una calotta sferica). Perciò si potrebbe dubitare che se essa non ha una forma tale da essere compatibile con le forze esterne date, queste non possano essere equilibrate dai soli sforzi normali S_1 ed S_2. In altri termini, si potrebbe pensare che la membrana dovesse avere una forma speciale dipendente dalla distribuzione delle forze esterne; e che se non è tale, non si avesse l'equilibrio nel caso che la membrana sia infinitamente flessibile, o si avessero forti deformazioni accompagnate da momenti flettenti nel caso che abbia una certa rigidezza B a flessione.

Ma in realtà il funzionamento di una membrana è sostanzialmente diverso da quello di un filo. *Essa è sempre in equilibrio qualunque sia la sua forma e quali che siano le forze esterne*, e l'equilibrio è possibile anche coi soli sforzi di membrana. Questo fatto è facilmente comprensibile nel caso di una membrana di rivoluzione soggetta a forze esterne simmetriche. Infatti, le strisce secondo i paralleli sono in grado di funzionare come funicolari di una forza radiale (cioè secondo r) uniforme, di qualunque intensità. Perciò queste strisce assumono una componente radiale delle forze esterne di valore tale da lasciare alle strisce meridiane (qualunque sia la forma del meridiano) quelle forze delle quali esse sono la funicolare. In altri termini, le strisce meridiane sono soggette alle forze esterne e alle risultanti radiali degli sforzi che a loro trasmettono i paralleli; e questi ultimi hanno valori tali che i meridiani risultano soggetti complessivamente a forze delle quali essi sono la funicolare. Pertanto l'equilibrio è sempre possibile; e quindi la membrana è esente da momenti flettenti se è infinitamente flessibile, oppure, non essendolo, se si considera inestensibile (abbiamo visto nel n. 656 che la variazione del raggio dei paralleli può provocare nei meridiani dei momenti flettenti modesti).

Perciò non si presenta un problema analogo a quello che si ha negli archi (n. 416), cioè di determinare la forma che deve avere la cupola in relazione alla distribuzione dei carichi.

Una conferma di ciò che si è detto è data dal fatto che si hanno due incognite S_1 ed S_2 e due equazioni di equilibrio (1208), (1210).

Si ha dunque il regime statico più favorevole che si possa desiderare (analogo a quello delle barre tese o compresse), nel quale le σ sono uniformemente ripartite nello spessore e il materiale è utilizzato nel miglior modo possibile.

(c) Si potrebbe obbiettare che una bolla di sapone assume la forma sferica; e che un recipiente di caucciù a forma di ellissoide di rivoluzione (fig. 1425), soggetto a pressione interna uniforme, si deforma tendendo a diventare sferico. Per cui si potrebbe credere che a date forze esterne corrisponda una determinata forma della membrana (superficie funicolare), la sola atta a equilibrare le forze.

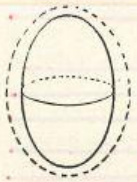


Fig. 1425.

Ma la bolla di sapone non ha una forma propria e può assumere perciò qualunque forma. Quindi si dispone secondo una sfera, che a parità di volume racchiuso ha la minima superficie (questa diventa minima per effetto della tensione superficiale).

Nel caso del recipiente di caucciù, esso si deforma perchè è molto dilatabile. Dove i meridiani hanno una piccola curvatura assumono soltanto una parte piccola della pressione interna; quindi i paralleli ne assumono una parte grande, per cui si deformano più degli altri paralleli, e il recipiente tende alla sfera. Però non la può raggiungere, perchè allora avrebbe degli sforzi $S_1 = S_2$ costanti in tutti i punti, in contrasto con la dilatazione non costante che ha subito. Se invece il recipiente, sia pure flessibilissimo, è inestensibile, esso conserva la sua forma, e tuttavia è in equilibrio.

(d) Pertanto, come si è detto nella nota 9, le strisce secondo i paralleli esercitano un'azione di cerchiamento sulle strisce secondo i meridiani, in virtù della quale le forze esterne fanno subire a queste ultime delle deformazioni molto piccole. Quindi tale azione fa sì che le mem-

Tratto da O. Belluzzi, «Scienza delle Costruzioni, Vol. III»

CONCLUSIONI

(89) Veramente c'è contraddizione fra supporre nulla la σ_c di trazione e ammettere che esista la τ, perchè, se la sezione è fessurata, il calcestruzzo non resiste nemmeno alla τ (oppure perchè esso non resiste nemmeno alla $\sigma_1 = \tau$). Ma in realtà alle τ non resiste il calcestruzzo, bensì le staffe o i ferri piegati disposti a tale scopo.

Tratto da O. Belluzzi, «Scienza delle Costruzioni, Vol. II»

CONCLUSIONI

« […] Come avviene spesso, i progressi molto rapidi possono tuttavia comportare degli eccessi. Ciò spiega la perplessità di molti utenti delle norme, che si sentono oppressi da documenti sempre più impegnativi e dettagliati, e anche i ripensamenti e le crisi di coscienza che serpeggiano tra i redattori dei codici. Si apre pertanto un dibattito sulla «deregulation» al quale partecipano persino taluni organi di controllo dei progetti. In questo caso però, più che di motivazioni filosofiche, può trattarsi di tendenze conservatrici legate in particolare alla preoccupazione di salvaguardare le biblioteche informatiche disponibili e le procedure operative di uso corrente.»

« […] In realtà le norme sono come la lingua di Esopo, la migliore e la peggiore delle cose, in quanto vanno giudicate in relazione a una molteplicità di circostanze: sviluppo delle conoscenze; livello culturale ed aggiornamento degli utenti; tipologia ed importanza delle opere; risvolti contrattuali; aspetti concorrenziali tra paesi e materiali diversi; evoluzione delle tecnologie e dei mezzi d'opera, e altre ancora.»

Grazie per l’attenzione