



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

**Dipartimento per le infrastrutture, i sistemi informativi e statistici
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche**

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

ATTI DEL CORSO DI AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE

VERIFICA DELLE STRUTTURE, CONTROLLO IN CANTIERE E VALUTAZIONE DEI PROGETTI

Le novità delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018

Roma, 3-4 ottobre 2018

Sala Emiciclo

Dipartimento per i trasporti, la navigazione, gli affari generali e il personale
via Giuseppe Caraci n. 36, palazzina C, primo piano

Organizzato in collaborazione con



con la partecipazione di



VERIFICA DELLE STRUTTURE, CONTROLLO IN CANTIERE E VALUTAZIONE DEI PROGETTI

Le novità delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018



Roma, 3-4 ottobre 2018

Sala Emiciclo

PRESENTAZIONE

ORNELLA SEGNALINI, DG DIGHE

Nelle giornate del 3 e 4 ottobre 2018, presso la Sala Emiciclo del Dipartimento dei Trasporti di questo Ministero si è tenuto il corso di aggiornamento professionale *Verifica delle strutture, controllo in cantiere e valutazione dei progetti - Le novità delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018*.

L'evento è stato organizzato dalla *Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche* in collaborazione con *Federbeton*, nell'ambito di un percorso formativo rivolto ai funzionari tecnici della Direzione Generale e del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, spesso chiamati a formulare pareri sui progetti di nuove infrastrutture e sulle valutazioni di sicurezza del patrimonio esistente.

Il corso ha affrontato argomenti di grande attualità riguardanti il recente aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni intervenuto con il D.M. 17.01.2018, dedicando particolare attenzione alle tematiche relative alle costruzioni esistenti e al controllo e uso dei materiali da costruzione. L'interesse verso i temi trattati è testimoniato dall'elevato numero di tecnici dell'Amministrazione ed esperti della materia, circa 130, che hanno preso parte a entrambe le giornate di lavoro.

I recenti eventi di cronaca hanno richiamato l'attenzione su temi ben noti ai professionisti del settore. La dotazione infrastrutturale italiana ha un'età media superiore ai 50 anni e, dunque, la sua corretta *gestione* rappresenta una sfida attuale e determinante per lo sviluppo del paese.

L'approccio alla gestione delle infrastrutture esistenti va inquadrato in una logica ampia, che tenga conto delle politiche di sviluppo a lungo termine della comunità. È innanzitutto necessario indirizzare la scelta tra una strategia di *conservazione* e una di *sostituzione*: la prima si scontra con la richiesta di garantire prestazioni sempre più elevate e commisurate al progresso tecnologico e sociale, la seconda si scontra con l'esigenza di limitare l'impatto ambientale connesso allo smaltimento dei vecchi materiali e all'approvvigionamento dei nuovi (oltre che alle esigenze di tutela, dove rilevanti).

In tutti i casi, è necessario ottimizzare l'impiego delle risorse disponibili, garantendo allo stesso tempo il soddisfacimento delle esigenze di funzionalità e sicurezza. Questo processo non può essere affrontato concentrandosi sulla singola infrastruttura, ma richiede una visione d'insieme, orientata alla definizione di scale di priorità che considerino il rischio connesso all'esistenza e al funzionamento di una data infrastruttura.

La complessità delle valutazioni richieste ai tecnici necessita di mettere in pratica le più aggiornate conoscenze in un settore multidisciplinare. Le Norme Tecniche, strumento attraverso cui lo Stato recepisce e implementa i progressi scientifico-tecnologici, costituiscono

il fondamento normativo da cui traggono origine altri strumenti regolamentari finalizzati a garantire la sicurezza delle costruzioni e delle infrastrutture, nuove ed esistenti. In questo senso, il primo e più importante compito delle NTC è quello di stabilire le prestazioni richieste alle costruzioni e di individuare le modalità attraverso cui accertare il loro soddisfacimento.

Consapevoli dell'importanza di assicurare il continuo aggiornamento dei tecnici della pubblica amministrazione, la Direzione Dighe e il Consiglio Superiore hanno ritenuto doveroso organizzare questo evento formativo alla luce del recente aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

La Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche è da lungo tempo impegnata in un processo di rivalutazione delle condizioni di sicurezza delle grandi dighe nei confronti del rischio sismico e del rischio idraulico. L'attività è stata avviata nel 2003, limitatamente all'ambito sismico, per effetto delle disposizioni della OPCM 3274/2003. Successivi provvedimenti, ad esempio il D.L. 79/2004, convertito dalla L. 139/2004, hanno ribadito la necessità e l'urgenza di completare queste valutazioni, estendendole anche al settore idrologico-idraulico. Il concreto avvio delle verifiche è stato inizialmente rallentato, anche per via dell'assenza di disposizioni normative specifiche che definissero i metodi di calcolo applicabili alla luce dei nuovi criteri di classificazione sismica introdotti con la OPCM 3274/2003.

La difficoltà è stata superata, di recente, con l'emanazione delle *Norme Tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta* di cui al D.M. 26/06/2014 (NTD). Le norme, allineate ai principi generali delle NTC di cui ne costituiscono un complemento, hanno per la prima volta dedicato un intero capitolo, la parte H, alle dighe esistenti, seppur subordinandone la piena applicazione all'esito dell'attività di monitoraggio di una commissione del MIT in funzione per due anni.

Nel frattempo, la Direzione Dighe ha promosso numerose iniziative finalizzate alla migliore conoscenza del comportamento statico, sismico e idrologico-idraulico delle grandi dighe, stipulando convenzioni con Università ed enti di ricerca e avviando programmi di monitoraggio, anche in collaborazione con il Dipartimento della Protezione Civile. L'esperienza acquisita dai tecnici della Direzione è stata tradotta in documenti di indirizzo, diffusi ai concessionari e condivisi pubblicamente tramite il sito istituzionale, che definiscono in dettaglio le tecniche per l'applicazione dei più recenti e avanzati metodi di analisi. Queste attività si inseriscono nel quadro più generale della vigilanza sulle grandi dighe, esercitata dall'intera Direzione tramite le Divisioni della sede centrale e gli Uffici Tecnici per le Dighe dislocati sul territorio italiano.

Parallelamente, è doveroso ricordare che la Direzione ha recentemente promosso il finanziamento di interventi di adeguamento e miglioramento delle condizioni di sicurezza delle grandi dighe. Le due delibere CIPE n. 54/2016 e n. 12/2018 hanno stanziato complessivamente 474 milioni di euro a favore di concessionari pubblici. Il finanziamento riguarda in totale 111 dighe in concessione a circa 60 Consorzi di bonifica ubicati soprattutto nel sud del paese. Questa iniziativa consentirà senza dubbio di recuperare importanti risorse idriche che un paese moderno deve sfruttare a pieno.

Concludo ringraziando gli autorevoli relatori per i contributi di crescita e di arricchimento professionale, i concessionari che, con competenza, tempestività e prudenza sono i primi artefici della sicurezza delle dighe e tutti i numerosi partecipanti che, con la loro presenza, hanno testimoniato l'interesse per l'iniziativa. Esprimo un ringraziamento particolare a Federbeton, il cui fondamentale apporto ha permesso l'organizzazione e la buona riuscita dell'evento. Auspico che l'Amministrazione pubblica mantenga alta l'attenzione alla formazione del proprio personale tecnico, presupposto necessario per garantire un'azione caratterizzata da qualità, competenza ed efficacia.

PROGRAMMA DEI LAVORI

PRIMA GIORNATA - 3 OTTOBRE dalle 9:00 alle 17:00		pag
9:00	Saluti e presentazione del corso Francesco Karrer, Federbeton Massimo Sessa, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Luca Scappini, Consiglio Nazionale degli Ingegneri Ornella Segnalini, DG Dighe	-
10:00	Impatto delle norme tecniche sulle attività della DG dighe Paolo Paoliani, DG Dighe	7
10:20	Indicazioni del Consiglio Superiore per la verifica sismica delle dighe Francesco Gallerano, Sapienza Università di Roma - C.S.LL.PP.	14
10:40	Principi generali delle NTC 2018 Emanuele Renzi, C.S.LL.PP. - STC	20
<i>Pausa caffè</i>		
11:30	Materiali e prodotti per uso strutturale Emanuele Renzi, C.S.LL.PP. - STC	31
12:30	Progettazione geotecnica Quintilio Napoleoni, Sapienza Università di Roma	47
<i>Pausa pranzo</i>		
14:30	Sicurezza e prestazioni, azioni sulle costruzioni Franco Angotti, Università di Firenze - AICAP	71
15:15	Calcestruzzo: dalla prescrizione al controllo in cantiere Michela Pola, Federbeton	102
15:45	Elementi prefabbricati: accettazione in cantiere Alessandra Ronchetti, Assobeton	128
16:15	Il collaudo statico e la redazione del progetto Marco Menegotto, Sapienza Università di Roma - AICAP	152
SECONDA GIORNATA - 4 OTTOBRE dalle 9:00 alle 17:00		
9:00	Verifiche sismiche delle dighe e delle opere accessorie Armando Lanzi, DG Dighe	167
9:30	Costruzioni in c.a. Edoardo Cosenza, Università di Napoli Federico II - UNI CIS	183
<i>Pausa caffè</i>		
11:30	Costruzioni esistenti Paolo Riva, Università di Bergamo - ACI IC	245
13:00	Elementi non strutturali e impianti Edoardo Cosenza, Università di Napoli Federico II - UNI CIS	216
<i>Pausa pranzo</i>		
14:30	Costruzioni in muratura: cenni di progettazione e controllo Alfonsina Di Fusco, ANDIL	294
15:30	Costruzioni in acciaio: cenni di progettazione e controllo Monica Antinori, Fondazione Promozione Acciaio	323
16:30	Tavola rotonda Modera Paolo Paoliani	

IMPATTO DELLE NORME TECNICHE SULLE ATTIVITÀ DELLA DG DIGHE

PAOLO PAOLIANI, DG DIGHE

Ingegnere civile, ha collaborato con la cattedra di Meccanica delle Terre e Tecnica delle Fondazioni dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Dal 1984 al 1994 ha lavorato, in qualità di ingegnere esperto, presso la Direzione della Sicurezza Nucleare dell'ENEA. Dal 1995 svolge funzioni di Dirigente presso la DG Dighe (già SND) e, in particolare, dal 2015 è Dirigente della Divisione VI - Strutture e Geotecnica.



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Dipartimento per le infrastrutture, i sistemi informativi e statistici
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

VERIFICA DELLE STRUTTURE, CONTROLLO IN CANTIERE E VALUTAZIONE DEI PROGETTI

Le novità delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018



Roma, 3-4 ottobre 2018

IMPATTO DELLE NORME TECNICHE SULLE ATTIVITÀ DELLA DG DIGHE ing. P. Paoliani - DG DIGHE

Sicurezza e Norme Tecniche

La sicurezza (dal latino "*sine cura*": senza preoccupazione) può essere definita come la **"conoscenza che l'evoluzione di un sistema non produrrà stati indesiderati"**.

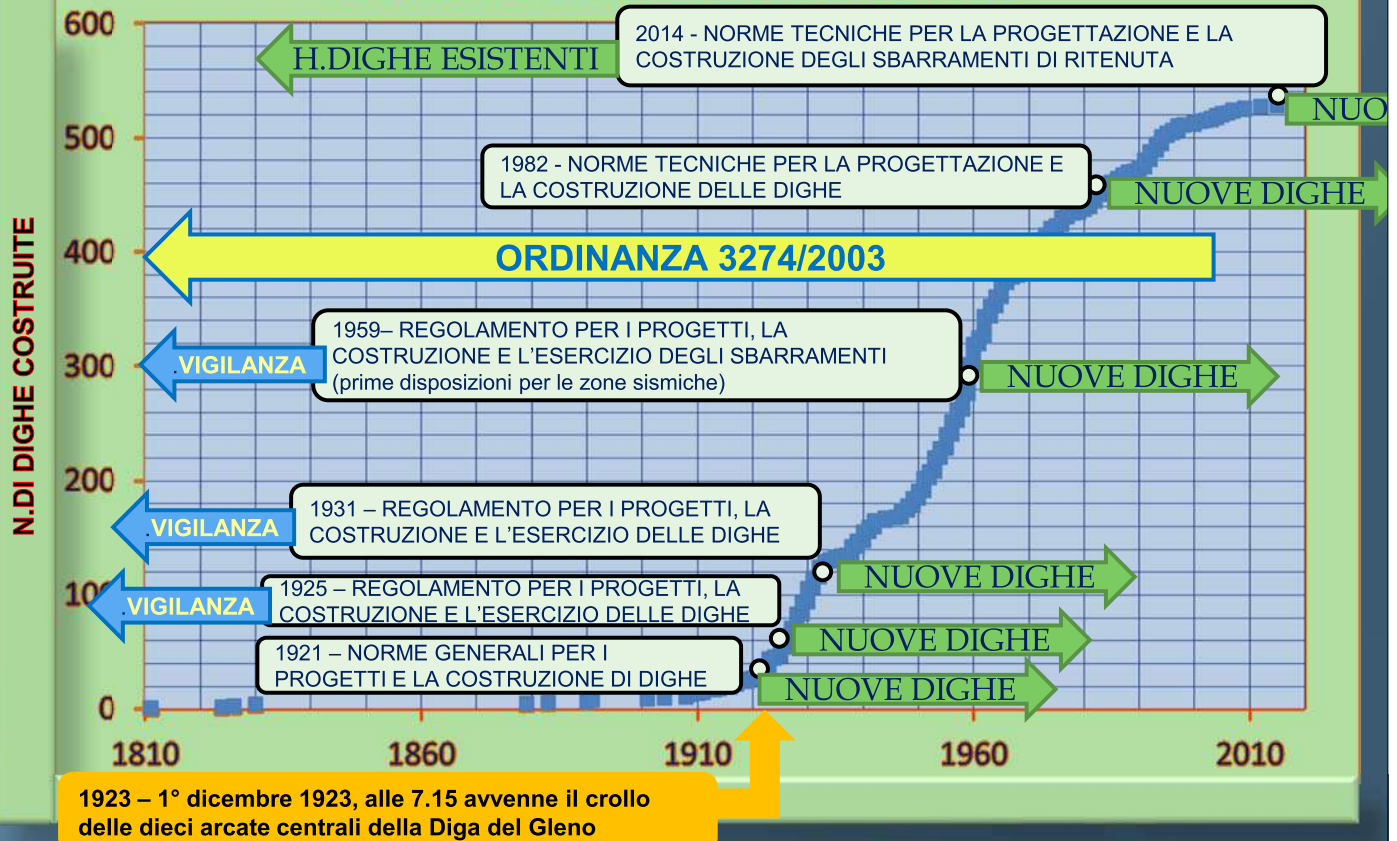
Solo una conoscenza di tipo scientifico, basata quindi su osservazioni ripetibili, può garantire una valutazione sensata della sicurezza.

Una conoscenza che non è in grado di modificare i comportamenti è inutile

Le Norme Tecniche, fondate sulla conoscenza e continuamente aggiornate, garantiscono la sicurezza e riducono il rischio a valori prefissati.



LO SVILUPPO DELLE GRANDI DIGHE IN ITALIA



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche
DIV. 6 UFFICIO STRUTTURE E GEOTECNICA

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 26 giugno 2014 Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)

C.6. - Stati limite

...condizioni caratteristiche:

1. normale funzionamento;
2. danni riparabili, senza rilascio incontrollato di acqua;
3. danni non riparabili, senza rilascio incontrollato di acqua;
4. **danni che determinano il rilascio incontrollato di acqua**, o comunque rischio di perdite di vite umane;
5. collasso della struttura.

L'uscita o l'entrata nelle varie condizioni caratteristiche definiscono quattro stati limite, due di esercizio (Stato Limite di immediata Operatività, SLO, e Stato Limite di danno, SLD) e due ultimi (Stato Limite di Salvaguardia della Vita, SLV, e Stato Limite di Collasso, SLC).

Lo stato limite SLO è definito dall'uscita dalla condizione 1.

Lo stato limite SLD è definito dal passaggio dalla condizione 2 alla condizione 3.

Lo stato limite SLV è definito dal raggiungimento della condizione 4.

Lo stato limite SLC è definito dal raggiungimento della condizione 5.



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche
DIV. 6 UFFICIO STRUTTURE E GEOTECNICA

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 26 giugno 2014 Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)

ART.3 c.2 DECRETO

2. La parte «H» delle Norme tecniche di cui all'art. 1, riferita alle dighe esistenti, si applica alle opere di cui al comma 1, per lavori di riparazione, per interventi locali, per lavori di miglioramento e di adeguamento, nonché in tutti i casi in cui disposizioni di legge o di regolamento prevedano verifiche di sicurezza delle dighe esistenti

H. DIGHE ESISTENTI

H.2. - Interventi

- di adeguamento;
- di miglioramento;
- di riparazione o interventi locali;
- di declassamento;
- di dismissione



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche
DIV. 6 UFFICIO STRUTTURE E GEOTECNICA

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 26 giugno 2014 Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)

H. DIGHE ESISTENTI

H.4 . Verifiche della sicurezza e delle prestazioni

I criteri ed i metodi definiti per le dighe di nuova costruzione saranno applicati agli interventi sulle dighe esistenti, salvo quanto diversamente specificato nel seguito.

H.4.1. Valutazione della sicurezza idraulica

H.4.2. Metodologie d'analisi sismica per le dighe di materiali sciolti

H.4.3. Metodologie d'analisi sismica per le dighe murarie



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche
DIV. 6 UFFICIO STRUTTURE E GEOTECNICA

IMPIEGO DEL METODO OSSERVAZIONALE (NTD rimanda alle NTC)

La progettazione può fare ricorso anche al metodo osservazionale, nei casi in cui a causa della particolare **complessità della situazione geologica e geotecnica e dell'importanza e impegno dell'opera**, dopo estese ed approfondite indagini permangano documentate ragioni di incertezza risolvibili solo in fase di esecuzione dell'opera.

- deve essere istituito un adeguato sistema di monitoraggio in corso d'opera, con i relativi piani di controllo, tale da consentire tempestivamente l'adozione di una delle soluzioni alternative previste, qualora i limiti indicati siano raggiunti.

VIGILANZA DURANTE L'ESERCIZIO (FCEM stabilisce nel dettaglio)

- **Controlli continui del Concessionario**
- **Accertamenti periodici della DG DIGHE**
- **Osservazioni e Misure**

LEGGE 584/94

- **Asseverazione e diagrammi delle misure**



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche
DIV. 6 UFFICIO STRUTTURE E GEOTECNICA

METODO OSSERVAZIONALE

1. Monitoraggio per situazioni complesse
2. Modelli predittivi del comportamento dell'opera
3. Definizione di soglie (di attenzione e allarme)
4. Prefigura l'adozione di soluzioni alternative (anche di Protezione Civile) nei casi di superamento delle soglie stabilite

Introducendo elementi oggettivi di valutazione, il metodo osservazionale riduce la discrezionalità di chi osserva (Concessionario e DG DIGHE)

Grande potenzialità per il normale esercizio della diga (FCEM)

**Indubbiamente meno efficace nella gestione di situazioni transitorie
(in caso di piena o di terremoto)**



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche
DIV. 6 UFFICIO STRUTTURE E GEOTECNICA

ORDINANZA 3274/2003 e DL79/2004
rivalutazione della sicurezza nei confronti
del rischio sismico e idraulico delle dighe esistenti

RISCHIO SISMICO

- le dighe sopportano già in condizioni statiche l'elevato carico orizzontale dovuto alla spinta idrostatica e si potrebbe essere indotti a pensare che siano strutture "sicure" nei confronti del carico dinamico indotto dal sisma
- l'affermazione non è giustificata da quanto osservato durante eventi sismici che hanno interessato grandi dighe
- il terremoto produce non solo un aumento impulsivo del carico (H e V) dovuto alle azioni inerziali, ma anche altri fenomeni che possono causare instabilità all'interno della struttura, della fondazione e delle spalle
- le azioni sismiche possono mettere in crisi le opere accessorie e complementari della diga (scarichi, sponde, edifici di manovra, casa di guardia, muri di contenimento, ecc.)



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche
 DIV. 6 UFFICIO STRUTTURE E GEOTECNICA

EFFETTI SULLE DIGHE PROVOCATI DAI PRINCIPALI EVENTI SISMICI DEL PASSATO
 da "Observed behaviour of Italian dams under historical earthquakes"

A. Catalano, R. Caruana, F. Del Gizzi and A. De Sortis – 26th Int. Congress on Large Dams, 4-6 July 2018, Vienna, Austria

DAM	seismic	Distance	Msp	PGA(g)	Imcs	construction	observed	n.
COLLEMEZZO	14/10/1966	7.2	4.5	0.072	6.5	1928	N.A.	1
CA'SELVA	06/05/1976	28.3	6.43	0.107	9	1963	N.A.	2
BARREA	07/05/1984	11.6	5.7	0.129	8	1951	N.F.	3
ANCIPA	31/10/1967	11.5	5.4	0.108	7.5	1953	N.F.	4
SELVA	07/05/1984	9.5	5.7	0.152	7	1958	N.F.	5
SCANDARELLO	12/03/1950	6.7	5	0.111	8	1927	N.F.	6
PIAGANINI	06/04/2009	30.5	6.3	0.089	6	1955	N.F.	7
PROVVIDENZA	06/04/2009	20.3	6.3	0.132	5.5	1947	N.F.	8
RIO FUCINO	06/04/2009	23.1	6.3	0.117	5.5	1971	N.F.	9
SELLA PEDICATE	06/04/2009	20.1	6.3	0.134	5.5	1971	N.F.	10
POGGIO CANCELLI	06/04/2009	24.7	6.3	0.11	5.5	1969	N.F.	11
PIANA DEGLI ALBANESI	06/09/2002	16.1	5.6	0.093	7	1923	N.F.	12
MASSERIA NICODEMO	09/09/1998	4.7	5.4	0.182	6	1975	N.F.	13
CORFINO	07/09/1920	8.8	6.48	0.319	10	1914	N.F.	14
CASTEL SAN VINCENZO	07/05/1984	1.5	5.67	0.312	8	1958	N.F.	15
MUROLUCANO	23/11/1980	19.3	6.89	0.227	8	1917	N.F.	16
VILLA PERA	26/11/1972	1.1	5.23	0.22	7.5	1955	N.F.	17
FIUMARA GRANDE	13/12/1990	5	5.41	0.187	6.5	1970	N.F.	18
GROTTACAMPANARO	07/05/1984	13.2	5.67	0.116	7	1954	N.F.	19
CROSIIS	06/05/1976	8.5	6.43	0.312	9.5	1901	S.L.O.	22
MULINELLO	13/12/1990	3.7	5.41	0.211	6.5	1970	S.L.O.	23
CROSIIS	15/09/1976	8.5	5.91	0.202	9.5	1901	S.L.O.	24
MONTAGNA SPACCATA 3	07/05/1984	7	5.67	0.19	8	1958	S.L.O.	25
MONTAGNA SPACCATA 1	07/05/1984	7.3	5.67	0.185	8	1958	S.L.O.	26
MONTAGNA SPACCATA 2	07/05/1984	7.5	5.67	0.181	8	1958	S.L.O.	27
AMBIESTA	06/05/1976	18.6	6.43	0.16	8.5	1959	S.L.O.	28
CA'ZUL	06/05/1976	5.2	6.4	0.09	8	1965	S.L.O.	29
VASCA OGLIASTRO	13/12/1990	2.2	5.41	0.241	6.5	1970	S.L.D.	20
ACCIANO	26/09/1997	8.9	5.95	0.202	8.5	1986	S.L.D.	21
PIANA DEGLI ALBANESI	15/01/1968	34	6.4	<0.07 ?	7	1923	S.L.V.	30

TABLE 3: EFFECTS OBSERVED DURING RELEVANT EARTHQUAKES

N.A = NO DATA FOUND
 N.F. = REGULAR OPERATION
 S.L.O. = LIMIT STATE OF OPERATION
 S.L.D. = LIMIT STATE OF DAMAGE
 S.L.V. = LIMIT STATE OF LIFE SAFETY
 S.L.C.= LIMIT STATE OF COLLAPSE

in 17 cases on 30 of these, the dam is not influenced by the seismic event, in this group there is also the Corfino Dam that has suffered the most important seismic event in intensity.

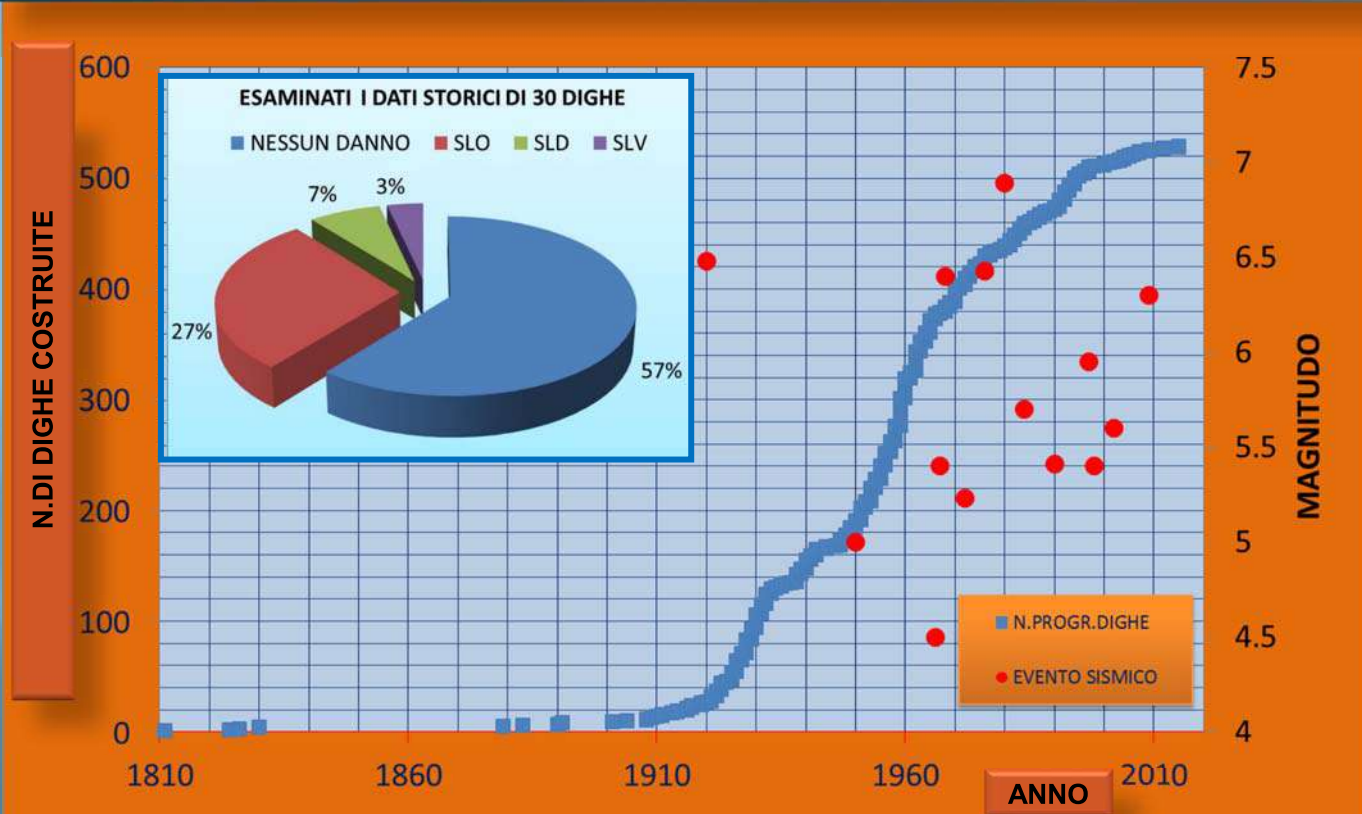
For eight power plants has been reached the limit state of operation that has mainly regarded the water intakes, damage to the power plant and to the control systems.

For two dams has been reached the limit state of damage: the basin outside riverbed named Ogliastro in the eastern Sicily, and Acciano dam in Umbria Region, in central Italy.

For the Piana degli Albanesi dam, a masonry massive gravity dam handmade according to specific patterns and with a seal provided by a concrete layer, the damage is assimilated to the limit state of life preservation.



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche
 DIV. 6 UFFICIO STRUTTURE E GEOTECNICA



CONCLUSIONI

1. RISPETTO DELLE NORME=SICUREZZA
2. LE NTD2014 FANNO RIFERIMENTO AI CRITERI GENERALI DELLE NTC2018 PER DEFINIRE LA SICUREZZA DELLE DIGHE ESISTENTI
3. ALCUNE INDICAZIONI DELLE NTD2014 SONO OGGETTO DI CHIARIMENTI E PRECISAZIONI (ISTRUZIONI)
4. PROCEDURE DI CONTROLLO (FCEM) DA IMPLEMENTARE ALLA LUCE DEL METODO OSSERVAZIONALE INDICATO NELLE NTC2018
5. VERIFICHE SISMICHE
 - quanto generalmente osservato per le opere civili vale anche per le dighe: l'entità dei danni indotti, a parità di intensità sismica, dipende da "difetti" insiti, dovuti a carenza di progettazione o costruzione
 - il quadro normativo integrato da circolari e pareri esplicative (CSLLPP, ISTRUZIONI DG DIGHE) consente ai Concessionari di portare a compimento le verifiche sismiche in tempi relativamente brevi
 - rimane comunque una attività complessa, che non deve essere impostata solo sui risultati di modelli numerici, ma che necessita di un giudizio ingegneristico fondato su un approfondito esame del comportamento dell'opera in esame



INDICAZIONI DEL CONSIGLIO SUPERIORE PER LA VERIFICA SISMICA DELLE DIGHE

FRANCESCO GALLERANO, SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA - C.S.LL.PP.

Professore ordinario di Idraulica presso Sapienza Università di Roma, nel 2017-2018 ha presieduto la commissione relatrice del C.S.LL.PP. incaricata di esaminare le verifiche sismiche delle grandi dighe. Svolge attività di ricerca in diversi settori dell'ingegneria idraulica e ambientale, è stato responsabile scientifico di numerose convenzioni di studio tra enti pubblici e Università ed è autore di numerose pubblicazioni in convegni e riviste internazionali.

Indicazioni del Consiglio Superiore per la verifica sismica delle dighe

Francesco Gallerano, Sapienza Università di Roma – C.S.LL.PP.

Vengono di seguito presentate, in forma sintetica, le indicazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in merito alla verifica sismica delle dighe.

Le “verifiche sismiche delle dighe”, si collocano per ciò che riguarda il quadro normativo, nella disciplina dettata dal D.L. 29/03/2004 n.79 convertito con modificazioni dalla Legge 28 maggio 2004 n.139 recante “Disposizioni urgenti in materia di sicurezza di grandi dighe e di edifici istituzionali”.

Con Decreto 26/06/2014 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana Serie Generale – n. 156 dell’8/07/2014, recante “*Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)*” il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti di concerto con il Ministro dell’Interno e con il Capo del Dipartimento della Protezione Civile hanno disciplinato l’ambito “*per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta*” con “*la finalità di assicurare, anche in caso di eventi estremi, la permanenza della funzione di contenimento dell’acqua di invaso e della funzionalità degli organi necessari alla vuotatura controllata del serbatoio. Per le “dighe di interesse strategico”, definite al cap. C.7.7.2, le presenti Norme sono finalizzate anche all’accertamento del requisito di mantenimento in esercizio dell’opera*”.

Il comma 2 dell’articolo 3 del Decreto 26/06/2014 prevede che “*La parte «H» delle Norme tecniche di cui all’art. 1, riferita alle dighe esistenti, si applica alle opere di cui al comma 1, per lavori di riparazione, per interventi locali, per lavori di miglioramento e di adeguamento, nonché in tutti i casi in cui disposizioni di legge o di regolamento prevedano verifiche di sicurezza delle dighe esistenti salvo quanto disposto al comma 3*”.

Vista la onerosità e complessità correlata anche al gran numero di dighe ricadenti nelle zone sismiche 1 e 2, deve essere presa in esame la predisposizione di un piano di priorità.

Preliminarmente alla valutazione di sicurezza è necessario esaminare il comportamento dello

sbarramento, durante l'esercizio, per evidenziare eventuali insufficienze originarie legate a carenze progettuali o realizzative, o criticità successivamente intervenute.

Occorre, anche attraverso l'esame della documentazione disponibile,

- caratterizzare i materiali a mezzo di prove in sito e prove di laboratorio;
- controllare il comportamento dell'opera mediante l'esame della serie storica dei dati di monitoraggio;
- considerare i vari aspetti riguardanti la sicurezza (interrimento, opere di scarico, casa di guardia, potenziali situazioni critiche delle sponde, altre opere rilevanti);
- porre particolare attenzione all'esame della risposta della diga agli eventi sismici avvenuti durante l'esercizio.

L'analisi delle misure delle fasi statiche caratterizza il comportamento d'insieme dell'opera corrispondente alla condizione iniziale nella quale incardinare gli scenari sismici di verifica del comportamento sismico.

L'analisi del comportamento sismico è condotta al fine di verificare se vi sia pericolo di rilascio incontrollato di acqua a seguito di un evento sismico.

Oltre alla previsione teorica del comportamento del corpo diga durante le fasi sismiche, vanno anche condotte: a) la verifica delle condizioni di sicurezza della diga in condizioni di normale esercizio; b) la previsione teorica del comportamento della diga nelle fasi post-sismiche; c) la verifica degli organi di scarico; d) la verifica della stabilità delle sponde.

La verifica della sicurezza sismica durante le fasi post-sismiche analizza le conseguenze di fenomeni che, eventualmente innescati dall'evento sismico, si incardinano ed evolvono nelle fasi statiche post-sismiche, influenzando le condizioni di sicurezza della diga. Devono essere in particolare analizzati i processi di consolidazione dei terreni determinati dalle sovrappressioni sismo-indotte, l'innescamento o l'evoluzione di fenomeni di instabilità globale, in relazione anche alle eventuali mutate caratteristiche di resistenza dei terreni a seguito degli scorrimenti sismo indotti (da valori di picco a valori residui), i fenomeni di propagazione di fratture e i processi di erosione.

Si richiama inoltre l'attenzione sull'opportunità di allestire un piano di monitoraggio esplicitamente dedicato alla verifica del comportamento post-sismico, indipendentemente dalla verifica sismica.

Le verifiche devono essere effettuate mediante analisi di tipo tradizionale, spesso di tipo

semplificato, e analisi più dettagliate, generalmente più complesse, basate su leggi costitutive avanzate, in grado di fornire come risultati tutte le variabili necessarie alla verifiche; è necessario condurre le due tipologie di analisi, partendo dalle semplificate, confrontando criticamente i risultati da esse consegnati.

Il giudizio conclusivo sullo studio eseguito deve essere formulato tenendo conto di tutte le analisi effettuate, anche attraverso il confronto con i risultati di analisi di tipo tradizionale e comunque nel rispetto delle NTD/2014, che prescrivono le analisi pseudo-statiche o analisi dinamiche con la esplicita indicazione delle seconde per le dighe in materiali sciolti.

Secondo le NTD/2014, le verifiche sismiche sia del corpo diga che degli organi accessori vanno effettuate:

- allo stato limite di immediata operatività (SLO) definito dalla uscita dalla condizione di normale funzionamento;
- allo stato limite di danno (SLD) definito dalla uscita dalla condizione di danni riparabili senza rilascio incontrollato di acqua;
- allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) definito dalla condizione di danni che determinano il rilascio incontrollato di acqua;
- allo stato limite di collasso (SLC).

Se in base alla pericolosità sismica di riferimento (NTC) risulta $a_g (TR = 475) \geq 0.15g$, è necessario effettuare uno studio sismotettonico avente due finalità:

- definire l'azione sismica di riferimento per il sito in termini di spettro di risposta elastico in accelerazione, tenendo conto dei caratteri sismogenetici dell'area in esame e della risposta sismica locale RSL (v. §1.2 successivo). L'azione sismica così definita non deve comunque risultare meno gravosa di quella derivante dalle indicazioni di norma.
- individuare la presenza di strutture sismogenetiche potenzialmente in grado di produrre fagliazione di superficie in corrispondenza dello sbarramento o delle opere di scarico e derivazione. In tale eventualità occorre chiarire l'entità degli spostamenti attesi in termini probabilistici o di scenario.

Per le analisi dinamiche al passo è necessario ricorrere a una descrizione dell'azione sismica mediante accelerogrammi. Si dovranno utilizzare accelerogrammi registrati, selezionati e scalati secondo i criteri indicati nel seguito.

Il numero minimo di gruppi di accelerogrammi per le analisi dinamiche al passo è pari a 3 per le

dighe in calcestruzzo e per le dighe in muratura di pietrame e malta e 5 per le dighe di materiali sciolti. Le grandezze di risposta da utilizzare per le verifiche corrispondono a quelle più gravose ottenute con i diversi gruppi di accelerogrammi.

Le NTD/2014 (art. D.1.3) richiedono che si valutino gli effetti dell'azione non sincrona. Per opere con le peculiarità delle dighe (ad esempio: notevole estensione in pianta) tale richiesta appare di particolare importanza.

È ammessa la scalatura in ampiezza degli accelerogrammi (evitando di modificarne il contenuto in frequenza) e cercando di limitare il valore del fattore di scala: generalmente, il fattore di scala non dovrebbe assumere valori inferiori a 0.5 e superiori a 2. Lo stesso fattore di scala dovrà essere applicato alle due componenti accelerometriche orizzontali di ciascun gruppo; un diverso fattore di scala potrà essere adottato per la componente verticale.

Lo studio di pericolosità sismica può essere condotto con un approccio probabilistico (PSHA) ovvero deterministico (SDHA). Entrambi gli approcci possono essere adottati per valutare lo spettro di risposta dell'evento utilizzato per la verifica allo SLC, avendo comunque cura di esporre le motivazioni a supporto della scelta fatta. Ovviamente l'azione corrispondente allo SLD deve essere valutata con l'approccio probabilistico.

I gruppi di accelerogrammi registrati devono essere selezionati e scalati in modo tale che i relativi spettri di risposta approssimino gli spettri di risposta elastici nel campo dei periodi propri di vibrazione di interesse per il problema in esame.

Nello specifico, la compatibilità con lo spettro di risposta elastico deve essere verificata in base alla media delle ordinate spettrali ottenute con i diversi accelerogrammi per un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ del 5%.

L'applicazione del suddetto criterio di spettro-compatibilità comporta l'adozione di un unico fattore di scala per le componenti orizzontali. È possibile riferirsi ai criteri di compatibilità multi-componente derivanti dalla normativa americana ASCE 7, nel qual caso va adottata la procedura illustrata di seguito:

- per ogni coppia di registrazioni orizzontali, si costruisce uno spettro SRSS [$SRSS = (S_x^2 + S_y^2)^{0.5}$];
- le coppie di registrazioni devono essere selezionate in modo tale che lo spettro medio SRSS di tutte le coppie approssimi lo "spettro di riferimento", moltiplicato per un coefficiente $\alpha = 1.41$;
- ciascuna coppia di registrazioni deve essere scalata attraverso un unico fattore di scala, che può

differire tra le diverse coppie.

La spinta idrodinamica potrà essere calcolata attraverso una modellazione diretta del fluido (p. es. utilizzando elementi finiti acustici o elementi finiti elastici con opportuni parametri di rigidità), ovvero attraverso metodi semplificati basati sul concetto delle c.d. masse aggiunte.

La spinta prodotta in condizioni sismiche dall'interrimento non deve essere assimilata alla spinta di un fluido e va valutata con i metodi propri della spinta delle terre.

In relazione ai valori delle resistenze del calcestruzzo e dei moduli elastici del calcestruzzo e della roccia di fondazione si sottolinea che l'assumere per il calcestruzzo bassi valori dei moduli elastici può condurre a conclusioni poco cautelative sul comportamento del corpo diga, mentre l'assumere per la roccia un modulo elastico ingiustificatamente elevato può risultare a sfavore di sicurezza nella determinazione degli spostamenti indotti dal sisma. La questione non è di poco conto in quanto i moduli dei due materiali (roccia e calcestruzzo), ed in particolare il rapporto tra essi, incidono profondamente nella distribuzione degli sforzi ed inoltre quello della roccia incide sui fenomeni di smorzamento del bacino. In particolare per rapporti E_r/E_c inferiori a $\frac{1}{2}$ si hanno, generalmente, notevoli aumenti dello stato tensionale dei paramenti.

Se le verifiche non consentono di esprimere un giudizio positivo per la sicurezza, nelle more degli approfondimenti necessari e della definizione dei conseguenti interventi, dovrà essere definito ed attuato, in ogni caso, un livello di invaso ritenuto di sicurezza per evitare rilasci incontrollati, anche a seguito di meccanismi di collasso che potrebbero instaurarsi in caso di sisma.

PRINCIPI GENERALI DELLE NTC 2018

MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

EMANUELE RENZI, C.S.LL.PP. - STC

Ingegnere Civile (1998) e Dottore di Ricerca in Ingegneria delle Strutture (2002). Master SNA “Scienza, Tecnologia ed innovazione” (2007) e Master LUISS-SOG in “Management e Politiche delle PP.AA.” Dal 1998 al 2007 ha svolto ricerca presso Sapienza ed ENEA su temi di ingegneria strutturale. Funzionario MIT dal 2003, dal 2008 Dirigente nel Servizio Tecnico Centrale del C.S.LL.PP. che coordina dal 2015. Responsabile delle attività di predisposizione ed attuazione della normativa nazionale ed europea sulle costruzioni e sui prodotti da costruzione (NTC, CPR, etc.) Autore di circa 50 pubblicazioni scientifiche e tecniche.



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Dipartimento per le infrastrutture, i sistemi informativi e statistici
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

VERIFICA DELLE STRUTTURE, CONTROLLO IN CANTIERE E VALUTAZIONE DEI PROGETTI

Le novità delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018

Principi generali delle NTC 2018

Materiali e Prodotti per uso strutturale



Ing. Emanuele RENZI

Dirigente del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici



Ministero delle
Infrastrutture e dei
Trasporti

M_INF-GABINETTO
Uffici Diretta Collaborazione Ministro
UFFLEGISL
REG_DECRETI
Prot. 000004-17/01/2018-
REGISTRAZIONE



Ministero delle
Infrastrutture e dei
Trasporti

IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

di concerto con

IL MINISTRO DELL'INTERNO

e con

IL CAPO DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

VISTA la legge 5 novembre 1971, n. 1086, recante "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";

VISTA la legge 2 febbraio 1974, n. 64, recante "Provvedimenti concernenti le prescrizioni per le zone sismiche";

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

IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

IL MINISTRO DELL'INTERNO

IL CAPO DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

NTC18
DM 17.01.2018

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

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, 651 - 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».**

(2)

Servizio Tecnico Centrale

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti



Ministero delle
Infrastrutture e dei
Trasporti

Le attività del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Consiglio Superiore dei LL.PP. è il massimo organo tecnico consultivo dello Stato.

Tramite il Servizio Tecnico Centrale cura la predisposizione e l'attuazione della normativa nazionale e comunitaria sulle costruzioni e sui prodotti da costruzione.

Obiettivo Strategico:

Sicurezza e Qualità delle Infrastrutture e delle Costruzioni

- > Prevenzione del Rischio Sismico
- Ruolo di Consulenza e Proposta nei confronti del Ministero e del Governo
- Ruolo di Autorizzazione, Controllo e Vigilanza

(3)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Ampio ed articolato quadro di interventi e di politiche della P.A.

Comun Denominatore:

- 1) **Politica di Prevenzione**, realistica, credibile e sostenibile;
- 2) Approccio basato sul concetto di Rischio (vs) Risorse Limitate;
- 3) P.d.v. dell'interesse generale -> Riduzione diffusa del Rischio (non solo puntuale)
- 4) **Qualità della Filiera** (Progettazione, esecuzione, materiali, collaudo, controlli, etc.)
- 5) **Collaborazione con le Professioni ed il Mondo accademico**

(4)

- 1) **Nuove NTC**: Cap.8, intervento locale e miglioramento (vs) adeguamento; Adeguamento «più realistico» ($\zeta=0,8$ in alcuni casi); Soglie Minime per il Miglioramento ($\zeta=0,6$ Cl.IV e scolastiche, $\Delta\zeta=0,1$ edif. ordinari).
- 2) **Circolare NTC e Annessi tecnici Eurocodici**;
- 3) **LLGG materiali** (cls, mater. innovativi, FRP, FRCM, FRC, etc.), **CIT/CVT**.
- 4) Caratteristiche tecniche per la **Ricostruzione Post Sisma 2016**: Valori massimi e minimi della capacità sismica per la concessione dei contributi, «... massimo livello di sicurezza compatibile in termini tecnico-economici...» D.MIT. 477 del 27.12.16 (Edifici classe II, $\zeta=0,6-0,8$);
- 5) «**Sismabonus**» e D.M. «**Classificazione**»: Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni (D.M. 28.02.2017);
- 6) Attenzione alla qualità **dei prodotti da costruzione** e dei controlli (vigilanza e controllo del **STC**, **D.Lgs 106/2017** sui prodotti da costruzione, sistema sanzionatorio);

(5)

- 1) **Riordino della legislazione primaria sulle costruzioni:** Tavolo Tecnico per la proposta di un Nuovo Testo Unico sulle Costruzioni (DPR 380/01);
 - D.MIT 02.03.2018. *Approvazione del glossario contenente l'elenco non esaustivo delle principali opere edilizie realizzabili in regime di attività edilizia libera, ai sensi dell'articolo 1, comma 2, del decreto legislativo 25 novembre 2016, n. 222.*
- 2) **Beni culturali: Rapporto fra «Sicurezza» e «conservazione»** -> GdL congiunto fra Consiglio Superiore dei LL.PP. e Consiglio Superiore dei Beni Culturali per indirizzi sulle nuove Linee Guida per gli interventi sui Beni Culturali.

(6)

Qualità e Sicurezza delle OO.PP. - Decreti attuativi del Codice dei contratti

Su proposta del CSLP:

Art. 23 - DM PROGETTAZIONE. Contenuti della progettazione nei tre livelli progettuali, contenuto minimo del quadro esigenziale, progettazione semplificata della manutenzione ordinaria.

Art. 102 - DM COLLAUDO, modalità tecniche di svolgimento del Collaudo;

Art. 111 - Controllo tecnico, contabile ed amministrativo

c.1 - LL.GG. per le attività del D.L. (proposta ANAC, sentito il CSLP);

c.1 bis - accertamenti tecnici e prove di laboratorio del D.L. e del collaudatore, obbligatorie o previste dal C.S.A. sono a carico delle somme a disposizione, e non soggette a ribasso. **Criteri per la determinazione dei costi** determinati con D.M. su proposta del CSLP.

Art. 215 - Consiglio Superiore dei LL.PP. Autonomia funzionale ed organizzativa, indipendenza di giudizio e valutazione.

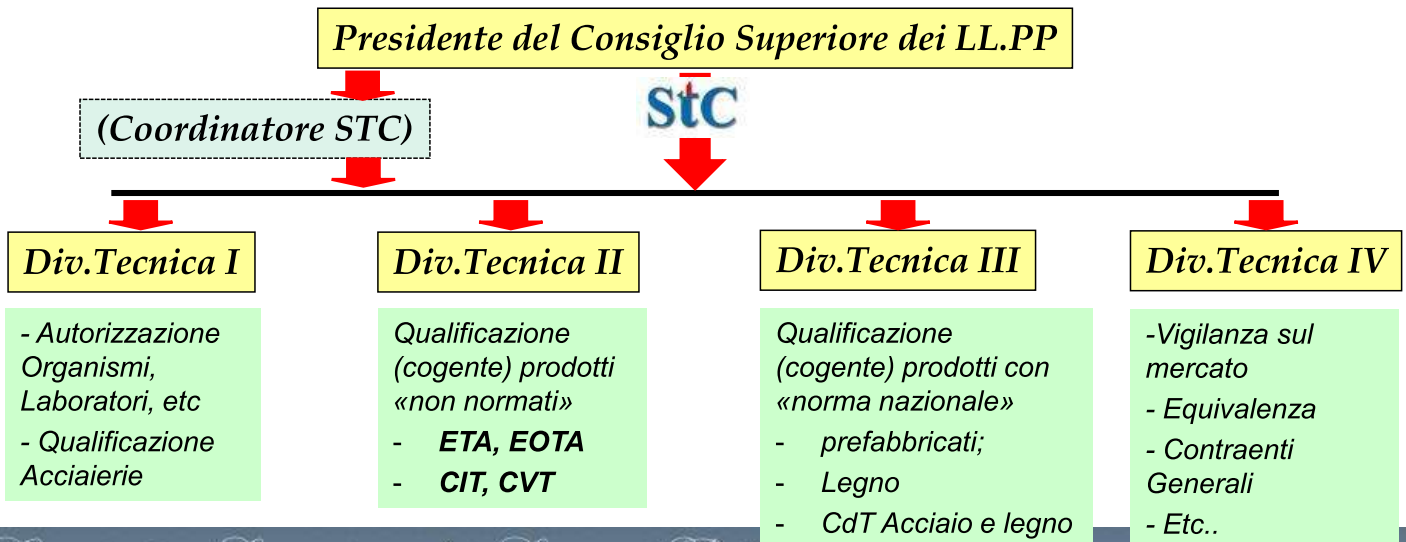
Parere obbligatorio su progetti definitivi > 50M€ (>50% Stato)

(7)

Il **Servizio Tecnico Centrale** istituito con la legge n. 1460/1942 è l'Organismo di Amministrazione Attiva del Consiglio Superiore dei LL.PP. che opera secondo gli indirizzi del Presidente generale del medesimo Consiglio Superiore.

Il **DPR 27 aprile 2006, n. 204**, recante "Regolamento di riordino del Consiglio Superiore dei lavori pubblici" elenca le funzioni istruttorie ed i compiti istituzionali che il Servizio svolge ai fini dell'emanazione dei provvedimenti finali (art.2, comma 3, ed art.9, commi 1 e 2)

Formazione ed attuazione della Regolazione tecnica nel campo delle costruzioni e dei prodotti da costruzione in ambito nazionale e comunitario. Rappresentanza c/o UE. Qualificazione prodotti strutturali, etc.



NTC18:

**Inquadramento, obiettivi
Principi Generali**

Le Fonti legislative e formazione delle NTC

La **Legge 5.11.1971 n. 1086**, che disciplina le opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica, **all'art. 21** prevede l'emanazione ed il costante aggiornamento (biennale) di norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni disciplinate dalla legge medesima, con decreto del **Ministro dei Lavori Pubblici** (oggi **Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti**), sentito il **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**.

La legge **2.2.1974 n. 64** (*Provvedimenti per le Costruzioni con particolare prescrizioni per le zone sismiche*) all'art. 1 prescrive che il **Ministro dei Lavori Pubblici** (oggi **Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti**), **sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, di concerto con il Ministero dell'Interno**, provveda all'emanazione ed ai successivi aggiornamenti delle norme che trattino gli argomenti elencati al Titolo Primo, art. 1; la medesima legge 2.2.1974 n. 64, al Titolo Secondo, art. 3 prevede l'emanazione, con le stesse modalità, delle norme riguardanti le costruzioni in zone sismiche.

(10)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Le Fonti legislative e formazione delle NTC

Successivamente, il **D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380** e ss. mm. ii. "*Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia*", all'art. 52 comma 1 ha stabilito che in tutti i Comuni della Repubblica le costruzioni, sia pubbliche, sia private, devono essere realizzate in osservanza delle **norme tecniche** riguardanti i vari elementi costruttivi fissate con decreti del **Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti**, sentito il **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**, che si avvale anche della collaborazione del **Consiglio Nazionale delle Ricerche**. Qualora le norme tecniche riguardino costruzioni in zone sismiche esse sono adottate di concerto con il **Ministero dell'Interno**.

Dette norme definiscono:

- a) i criteri generali tecnico-costruttivi per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;
- b) i carichi e sovraccarichi e loro combinazioni, anche in funzione del tipo e delle modalità costruttive e della destinazione dell'opera, nonché i criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni;
- c) le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le precisazioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione; i criteri generali e le precisazioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di opere speciali, quali ponti, dighe, serbatoi, tubazioni, torri, costruzioni prefabbricate in genere, acquedotti, fognature;
- d) la protezione delle costruzioni dagli incendi.

Lo stesso art.52, comma 3, DPR 380/01 prevede che «*Le norme tecniche di cui al presente articolo e i relativi aggiornamenti entrano in vigore trenta giorni dopo la pubblicazione dei rispettivi decreti nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.*»

(11)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Le Fonti legislative e formazione delle NTC

Il decreto legge 28.5.2004 n. 136, convertito con modificazioni nella **legge 27.7.2004 n. 186**, all'art. 5 ha previsto, tra l'altro, che per assicurare uniformi livelli di sicurezza, ferme restando le competenze delle Regioni e delle Province autonome, il **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** provveda, di concerto con la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile, alla redazione di **norme tecniche relative alle costruzioni**, anche per la verifica sismica ed idraulica, nonché alla redazione di norme tecniche per la progettazione la costruzione e l'adeguamento, anche sismico ed idraulico, delle dighe di ritenuta, dei ponti e delle opere di fondazione e sostegno dei terreni.

Il **D.P.R. 27 aprile 2006, n. 204** "Regolamento di riordino del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici" all'art. 5, comma 1, lettera g), attribuisce al Presidente del Consiglio Superiore il **compito di nominare le Commissioni per l'elaborazione delle norme tecniche**.

La procedura di emanazione del decreto, unitamente al concerto con il Ministro dell'Interno ed il Capo del Dipartimento della Protezione Civile, deve prevedere l'intesa con la Conferenza Unificata Stato-Regioni ai sensi dell'art.54 del D.L. 112/98.

Le NTC si configurano come **regola tecnica** ai sensi dell'art.1 lettera m) della Legge 21-6-1986 n. 317, di recepimento della Direttiva 83/189/CEE, nella quale è inoltre prevista la procedura d'informazione comunitaria (Direttiva 98/34/CE), la cui osservanza è obbligatoria anche per la commercializzazione, la prestazione di servizi, l'attività di un prestatore di servizi o l'utilizzo degli stessi in tutto il territorio nazionale.

Iter Revisione NTC 08

Riassumendo:

- Il Consiglio Superiore istituisce una Commissione per l'elaborazione delle NTC (2011);
- Parere del Consiglio Superiore dei LL.PP. (n.53/2012 del 14.11.2014, scaricabile su www.cslp.it)
- Concerto Ministero Interno e DPC;
- Intesa Conferenza Unificata
- Notifica Commissione Europea (Dir.98/34/CEE, Dir. «Sevizi»);
- Emanazione Decreto Ministeriale (DM 17.01.2018);
- Pubblicazione in GURI (30 gg per l'entrata in vigore)
- Emanazione nuova Circolare Ministeriale (Parere n.29/17 del 27.07.18)
- Emanazione nuovi Parametri Nazionali Eurocodici (in predisposizione, CSLP)
- NTC + Circolare + Annessi Nazionali Eurocodici -> «**Pacchetto**»

LINEE DI INDIRIZZO

Le principali linee tecniche, scientifiche e metodologiche che hanno caratterizzato le attività della **Revisione del DM 14.01.2008** possono essere così sintetizzate:

- ulteriore armonizzazione della norma tecnica nazionale nell'ampio e complesso contesto normativo comunitario, mediante una maggiore uniformazione con il formato e con le indicazioni degli **Eurocodici**, nonché con le disposizioni dell'Unione Europea sulla **libera circolazione dei prodotti da costruzione (Reg. UE 305/2011 CPR)**;
- correzione degli errori rilevati (errata-corrige);
- generale revisione editoriale del testo, finalizzato al miglioramento della struttura della forma espositiva delle norme, all'uniformazione terminologica e lessicale e, quindi, ad un generale chiarimento del testo;
- introduzione di aspetti riguardanti modifiche dettate dai progressi scientifici e tecnici del settore, limitatamente a pochi e ben circoscritti casi per cui si è ritenuto necessario ed imprescindibile;
- garanzia dei livelli di sicurezza previsti dalle NTC08;
- attenzione alla semplificazione degli adempimenti previsti per gli operatori del settore, alla sostenibilità delle relative prescrizioni ed alla possibilità di introdurre innovazione nel campo delle costruzioni;
- audizione ed interlocuzione con i destinatari delle norme, nel rispetto dei relativi ruoli istituzionali, mediante Gruppi di lavoro composti dai rappresentanti degli operatori del settore (Consultazione)

NTC18 - PRINCIPALI TEMI INNOVATIVI (1)

•Cap.2 - Sicurezza

Concetto di vita nominale e sua estensione agli edifici esistenti

Si completa il superamento del Metodo alle Tensioni Ammissibili

•Cap.3 – Azioni

Azione del vento;

Aggiornamento Neve (nuova zonazione) e Temperatura (zone climatiche)

•Cap. 4 – Costruzioni Civili ed Industriali

c.a. valutazione esplicita della duttilità;

Acciaio: verifiche a fatica, EN1090-2 per l'esecuzione;

Legno: coefficienti di sicurezza γ_M (avvicinamento ai valori Eurocodici)

Muratura: Muratura confinata, a giunti sottili, a giunti verticali a secco

§4.6: Altri sistemi costruttivi (chiarimento e sistematizzazione)

•Cap.5 – Ponti

Compatibilità idraulica (Compatibilità idraulica, pile in alveo e $L < 40m$, interventi su ponti esistenti, etc.)

NTC18 - PRINCIPALI TEMI INNOVATIVI (2)

•Cap.6 - Geotecnica

Eliminazione degli approcci alternativi alla progettazione;
Considerazione esplicita degli aspetti legati all'azione sismica;
Alcune verifiche: pericolosità idraulica (sifonamento), tiranti, etc.

•Cap.7 - Sismica

Valori di alcuni coefficienti di comportamento (q);
Sistematizzazione e riordino metodi di verifica;
Verifiche agli Stati Limite di Esercizio (Utilizzabilità e danno);
Influenza Elementi non strutturali;
Verifica esplicita in duttilità;
Limitazioni per murature con giunti sottili e giunti verticali a secco
Limitazioni in altezza (nuovo DPR 380);

•Cap.8 – Costruzioni Esistenti

Valore dell'azione per l'Adeguamento e conseguenze sulla sicurezza;
Classificazione interventi ed Obbligo di Adeguamento (finalizzato ad incentivare una riduzione diffusa e sostenibile del rischio sismico);
Valori minimi per miglioramento ($\zeta=0.6$ per cl. IV ed edifici scolastici; altri casi $\Delta\zeta > 0.1$);

NTC18 - PRINCIPALI TEMI INNOVATIVI (3)

•Cap.9 – Collaudo Statico

Documenti di riferimento per il collaudo

•Cap. 10 – Relazione Strutturale

Utilizzo dell'elaboratore elettronico

•Cap. 11 – Materiali e Prodotti ad uso strutturale

Semplificazione e riduzione oneri amministrativi ed armonizzazione nuova Regolamentazione comunitaria;
Calcestruzzo Fibrorinforzato (FRC);
Acciaio: centri di trasformazione, accettazione in cantiere, requisiti in z. sismica
Legno: prove di Accettazione
Dispositivi Antisismici : prove di accettazione.

•Cap. 12 – Documenti di Riferimento (Documenti internazionali)

Riordino e chiarimento ai fini dell'impiego cogente di altri codici.
Pubblicazione ed aggiornamento periodico dell'elenco dei documenti che costituiscono riferimento tecnico per le NTC, norme UNI, EN ed ISO (STC)

Articolo 1 (Approvazione)

1. È approvato il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, allegato al presente decreto. Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

(18)

Articolo 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'articolo 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 [**Contratti di lavori già affidati**] e alla terza fattispecie [**progetti definitivi o esecutivi già affidati**] 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'articolo 1. Con riferimento alla terza fattispecie di cui sopra [**progetti definitivi o esecutivi già affidati**], detta facoltà è esercitabile **solo nel caso di progetti redatti secondo le norme tecniche di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.**

(19)

Articolo 2**(Ambito di applicazione e disposizioni transitorie)**

(...)

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'articolo 1, **si possono continuare ad applicare le previgenti Norme tecniche per le costruzioni fino all'ultimazione dei lavori ed al collaudo statico degli stessi.**

Articolo 3**(Entrata in vigore)**

1. Le norme tecniche di cui all'articolo 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.

(20)

CAPITOLO 11
MATERIALI E PRODOTTI AD USO
STRUTTURALE



Cap. 11 . MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

- 11.1 - Generalità
- 11.2 - Calcestruzzo
- 11.3 - Acciaio
- 11.4 - *Ancoranti per uso strutturale e giunti di dilatazione*
- 11.5 - *Sistemi di precompressione a cavi post tesi e tiranti di ancoraggio*
- 11.6 - Appoggi Strutturali
- 11.7 - Materiali e prodotti a base di legno
- 11.8 - Componenti prefabbricati *in c.a. e c.a.p.*
- 11.9 - Dispositivi antisismici *e di controllo delle vibrazioni*
- 11.10 - Muratura portante

E. Renzi

(22)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Il panorama delle Regole Tecniche: opere e prodotti

Regole sulle opere
Stati membri

Regole sui
prodotti da
costruzione
UE + Stati
Membri

Impiego nelle opere

L.1086/71, L.64/74,
D.Lgs.112/98
DPR380/01,
L186/04, etc

Commercializzazione

Dir. 89/106/CE
DPR 246/93
Oggi
Reg.(UE) 305/11
D.Lgs.106/17

**Norme Tecniche per le Costruzioni
(NTC)**

opere e prodotti strutturali - BWR1

EUROCODICI

DM 17.01.18
NTC 2018

Reg(UE) 305/11
CPR

(23)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Materiali e prodotti strutturali: Quali sono quelli considerati dalle Norme Tecniche?

Si definiscono materiali e prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, quelli che consentono ad un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare in maniera prioritaria il requisito base delle opere n.1 "Resistenza meccanica e stabilità" di cui all'Allegato I del Regolamento UE 305/2011 .

Cos'è un materiale o un prodotto strutturale?

La definizione si desume dalla Dir. 89/106/CEE, (documento interpretativo n.1):

Un prodotto strutturale è quello che consente all'opera ove questo è incorporato di soddisfare il requisito essenziale "Resistenza meccanica e stabilità"

Il RE (BWR) n.1 è soddisfatto se a seguito dell'installazione del prodotto nell'opera questa, se adeguatamente progettata e costruita consente di evitare:

- Collasso dell'opera o di una sua parte
- Deformazioni inammissibili
- Danni ad altre parti od impianti
- Danni sproporzionati alla causa che li ha Innescati

NTC cap.11 - MATERIALI E PRODOTTI

Identificati

Univocamente a cura del Fabbricante secondo le procedure di seguito richiamate

[Descrizione, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari] **DoP**

Qualificati

sotto la **responsabilità del Fabbricante**, secondo le procedure di seguito richiamate

Accettati

dal **Direttore dei Lavori** mediante **acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione**, nonché mediante eventuali **prove di accettazione**.

(25)

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

Le norme prevederanno tre casi principali. Prevalente, al termine del periodo di coesistenza

- **(A) marcatura CE** materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una **norma europea armonizzata (hEN)** il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011.;
- **(B) Qualificazione Nazionale** materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la **qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme**. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il fabbricante abbia volontariamente optato per la Marcatura CE
- **(C) marcatura CE con ETA o Certificato di Idoneità Tecnica** materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente "**Valutazione Tecnica Europea**" (ETA), oppure dovrà ottenere un "**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.**" (LLGG sulle procedure, VVFF per aspetti «Fuoco»)

(EQUIVALENZA) Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle NTC. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal STC sentito lo stesso Consiglio Superiore. **Reg. (CE) 764/08**

Qualificazione di Prodotto nel moderno linguaggio UE

Valutazione e garanzia delle caratteristiche prestazionali del prodotto (dichiarate)

Valutazione del Prodotto Tipo (ITT)

Qualificazione di Prodotto:

Controllo della Produzione in Fabbrica (FPC)

Certificazione di Prodotto

- Certificazione della Dichiarazione delle Prestazioni
- Carta di Identità del Prodotto

Specifiche Tecniche (Norme di Prodotto)

REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 9 marzo 2011

che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che
abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio

(Testo rilevante ai fini del SEE)

GUUE Lunedì 4 aprile 2011, n L 88

Entrata in vigore: 20 gg dopo la pubblicazione in GUUE

24 aprile 2011

Applicabile "a regime" dal 01 luglio 2013

E.Renzi

(28)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Dichiarazione di Prestazione e Marcatura CE

Art.1 - Il presente regolamento fissa le condizioni per l'immissione o la messa a disposizione sul mercato di prodotti da costruzione stabilendo disposizioni armonizzate per la descrizione della prestazione di tali prodotti in relazione alle loro caratteristiche essenziali e per l'uso della marcatura CE sui prodotti in questione.

La marcatura CE non è una attestazione di conformità ad una specifica tecnica. La Marcatura CE rappresenta una metodologia armonizzata per

- valutare
- provare
- calcolare
- esprimere
- garantire
- ed infine dichiarare

le prestazioni di un PdC

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Dichiarazione di Prestazione e Marcatura CE

Il Documento fondamentale sarà la **Dichiarazione di Prestazione** DoP (Artt. 4, 5 e 6), [e non la *Dichiarazione di Conformità CE* prevista dalla CPD]

Obiettivo della CPR è corredare il PdC – ai fini della libera circolazione nello SEE - con una Dichiarazione delle Prestazioni del prodotto effettuata secondo metodologie armonizzate (definite tramite le specifiche tecniche armonizzate) ed espresse secondo un linguaggio comune europeo

ANCHE STRUMENTO PER LA SICUREZZA E LA QUALITA' DELLE OPERE (non solo per la commercializzazione)

La DoP è lo strumento che deve essere consapevolmente impiegato [predisposto, verificato, controllato, etc.] da tutti i soggetti della Filiera al fine dell'impiego "di qualità" del prodotto [nonché per la valutazione dell'idoneità del prodotto per l'uso previsto]

Art.4 – DoP

Principio Generale: La DoP è obbligatoria per prodotti coperti da HS o da un ETA

Art.5 – Deroghe alla redazione della Dichiarazione di Prestazione

In mancanza di disposizioni dell'Unione o nazionali che impongano, nel luogo di utilizzo, la dichiarazione delle caratteristiche essenziali

- a) Produzione "occasionale" o **non di serie (!!)**
- b) Produzione **in cantiere** (a pie' d'opera)
- c) con **metodi tradizionali per la conservazione del patrimonio** artistico tutelato

RESPONSABILITA' BEN DEFINITE

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

N.

1. Codice di identificazione unico del prodotto-tipo:
2. Usi previsti:
3. Fabbricante:
4. Mandatario:
5. Sistemi di VVCP:
- 6a. Norma armonizzata:
- Organismi notificati:
- 6b. Documento per la valutazione europea:
- Valutazione tecnica europea:
- Organismo di valutazione tecnica:
- Organismi notificati:
7. Prestazioni dichiarate:
8. Documentazione tecnica appropriata e/o documentazione tecnica specifica:

La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate. La presente dichiarazione di responsabilità viene emessa, in conformità al regolamento (UE) n. 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.

Firmato a nome e per conto del fabbricante da:

[nome e cognome]

In [luogo] addì [data di emissione]

[firma]

Modello di DoP (Allegato III)

REGOLAMENTO DELEGATO (UE) N. 574/2014 DELLA COMMISSIONE del 21 febbraio 2014 che modifica l'allegato III del regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente il modello da usare per redigere una dichiarazione di prestazione relativa ai prodotti da costruzione. GUUE L159 del 28.05.2014 (in vig. 31.05.2014)

Non vanno più inseriti:

- n. del lotto;
- n. del certificato e SVVCP;
- Tabella Prestazioni ed indicazione della specifica tecnica

Non obbligatorio layout, ordine e numerazione (?? - FLEXIBILITY)



01234

AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050

08

01234-CPD-00234

EN 1990-1

Welded steel beam – M 346

Tolerances on geometrical data: EN 1090-2.

Weldability: Steel S235J0 according to EN 10025-2.

Fracture toughness: 27 J at 0°C.

Reaction to fire: Material classified: Class A1.

Release of cadmium: NPD.

Emission of radioactivity: NPD.

Durability: Surface preparation according to EN 1090-2, preparation grade P3. Surface painted according to EN ISO 12944-5, S.1.09.

Structural characteristics:

Design: NPD.

Manufacturing: According to component specification CS-034/2006, and EN 1090-2, execution class EXC2.

Art.8 – Principi Generali e uso marcatura CE

Si applicano i principi generali art.30 Reg.(CE) 765/08.

Solo sui PdC con DoP (artt.4 e 6 CPR)

Apponendo la marcatura CE, i fabbricanti dichiarano di assumersi la responsabilità della conformità del PdC alla DoP ed a tutti i requisiti applicabili stabiliti nel CPR e nella pertinente normativa di armonizzazione dell'UE.

Per un PdC coperto da hEN o da ETA, **la marcatura CE è l'unica marcatura** che attesta la conformità del PdC alla prestazione dichiarata in relazione alle caratteristiche essenziali coperte dall'hEN/ETA – **NO MARCHI NAZIONALI**

Art.9. Regole e condizioni per l'apposizione marcatura CE

Marcatura CE è **visibile, leggibile e indelebile sul PdC** o su un'etichetta ad esso applicata. Se impossibile, **sull'imballaggio** o sui **documenti di accompagnamento**.

La marcatura CE è seguita:

1. dalle ultime due cifre dell'anno in cui è stata apposta per la prima volta,
2. dal nome e dall'indirizzo della sede legale del fabbricante o dal marchio di identificazione che consente, in modo semplice e non ambiguo, l'identificazione del nome e dell'indirizzo del fabbricante,
3. dal codice unico di identificazione del **prodotto-tipo**,
4. dal numero di riferimento della dichiarazione di prestazione,
5. dal livello o classe della prestazione dichiarata,
6. dal riferimento alla specifica tecnica armonizzata applicata,
7. dal numero di identificazione dell'organismo notificato, se del caso, e dall'uso previsto di cui alla specifica tecnica armonizzata applicata.

La Marcatura CE

ai sensi della CPD/CPR, la Marcatura CE indica fondamentalmente:

- che i prodotti rispondono [**che le prestazioni sono state valutate in conformità**] alle pertinenti Norme Nazionali di trasposizione delle **Norme Europee Armonizzate (hEN)**, i cui riferimenti siano stati pubblicati sulla GUUE, oppure:

-che essi rispondono [**che le prestazioni sono state valutate in conformità**] ad un **Benestare/Valutazione Tecnico Europeo (ETA)**,”.

Le indicazioni in merito alla DoP ed alla Marcatura CE (etichetta e documenti di accompagnamento), sono esplicitamente comprese in ogni norma armonizzata di prodotto o ETA.

Tali informazioni devono essere affisse, in relazione alle effettive possibilità, prioritariamente sul prodotto stesso, altrimenti su un'etichetta allegata ad esso, ovvero sul suo imballo, oppure far parte dei Documenti di Trasporto (DDT). Esse devono essere riprodotte in modo visibile, leggibile ed indelebile.

Norme Europee Armonizzate (hEN)

La **Norma Europea Armonizzata** è il documento di cui al **Capo IV** del CPR (**art.17**) ed è predisposta dal CEN, talvolta dal CENELEC su specifico Mandato della Commissione Europea.

Le hEN stabiliscono i **metodi ed i criteri per valutare la prestazione** dei prodotti da costruzione in relazione alle loro caratteristiche essenziali.

La hEN contiene i dettagli tecnici necessari per applicare il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione.

I riferimenti di ciascuna hEN, una volta **valutata la conformità al Mandato**, sono pubblicati sulla GUCE a cura della Commissione, indicando:

- a) riferimenti alle specifiche tecniche armonizzate sostituite, se del caso;
- b) data di inizio del **periodo di coesistenza**;
- c) data di fine del **periodo di coesistenza**. (DOW)

Inoltre, per consentire agli SM ed ai fabbricanti di prepararsi agli adempimenti previsti, ciascuna hEN ha un **periodo di coesistenza** con eventuali sistemi nazionali preesistenti, al termine del quale l'adozione della hEN (quindi DoP e Marcatura CE) è obbligatoria.

Ciascuna norma armonizzata contiene il cosiddetto "**Allegato ZA**" che identifica i paragrafi della norma che appartengono alla parte "armonizzata" della norma stessa e che quindi diventano cogenti ai sensi della Dir.89/106/CEE / Reg.(UE) 305/2011

Gli Organismi notificati

Ai fini della marcatura CE sui prodotti da costruzione, l'Articolo 48 del CPR richiede agli Stati Membri di notificare alla Commissione gli Organismi che essi hanno riconosciuto per i compiti previsti, **per la VALUTAZIONE E VERIFICA DELLA COSTANZA DELLE PRESTAZIONE**, distinguendo tra (CPR, Alleg. V, Reg. (UE) 568/2014):

- **organismo di certificazione del prodotto**: un organismo notificato ai sensi del capo VII per certificare la costanza della prestazione;
- **organismo di certificazione del controllo della produzione in fabbrica**: un organismo notificato ai sensi del Capo VII per certificare il controllo della produzione in fabbrica;
- **laboratorio**: un organismo notificato ai sensi del capo VII incaricato di misurare, esaminare, sottoporre a prove e a calcoli o valutare in altro modo la prestazione dei prodotti da costruzione.

Elenco degli Organismi Notificati disponibili sul sito **NANDO-CPD**

<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/>

Italiani, per prodotti strutturali: www.cslp.it

Norme armonizzate ENh Elenchi

Gli **elenchi** delle Norme Armonizzate vigenti sono periodicamente pubblicate a cura della Commissione su GUUE (ultima uscita **GUUE C435 del 15.12.2017**)

Le date di inizio e fine del periodo di coesistenza sono pubblicati sul sito internet della Commissione Europea **NANDO – CPR**

<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs#>

<http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs#>

Elenchi Norme Europee Armonizzate

INFORMAZIONI PROVENIENTI DALLE ISTITUZIONI, DAGLI ORGANI E
DAGLI ORGANISMI DELL'UNIONE EUROPEA

COMMISSIONE EUROPEA

Comunicazione della Commissione nell'ambito dell'applicazione della direttiva 89/106/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1988 relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione

(Testo rilevante ai fini del SEE)

(Pubblicazione di titoli e riferimenti di norme armonizzate ai sensi della normativa dell'Unione sull'armonizzazione)

(2013/C 59/01)

OEN ⁽¹⁾	Riferimento e titolo della norma (Documento di riferimento)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma armonizzata	Data di scadenza del pe- riodo di coesistenza Nota 4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
CEN	EN 1090-1:2009+A1:2011 Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali	EN 1090- 1:2009	1.9.2012	1.7.2014

La Valutazione Tecnica Europea (ETA)

Valutazione Tecnica Europea (ETA) Assessment (Valutazione) e non più Approval (Benestare). La valutazione documentata della prestazione di un prodotto, in relazione alle sue caratteristiche essenziali, conformemente al rispettivo documento per la valutazione europea .Art.2(13)

L'ETA è rilasciato da un Organismo di Valutazione Tecnica (**TAB**), su richiesta di un Fabbricante, in Base ad un Documento per la Valutazione Europea (**EAD**), nei seguenti casi (**Art.19.1**):

- Il PdC non rientra (o che non rientra completamente) nel campo di applicazione di una hEN esistente
- Per almeno una delle caratteristiche essenziali del PdC il metodo di valutazione previsto dal hEN non è appropriato e/o applicabile
- La hEN non prevede alcun metodo di valutazione per almeno una caratteristica essenziale del PdC.

Art.26(2): l'ETA contiene la prestazione da dichiarare, ..., delle caratteristiche essenziali concordate al Fabbricante e dal TAB che riceve la richiesta per l'ETA per l'uso previsto dichiarato ed i dettagli tecnici necessari per l'applicazione del SVVCP.

PRODOTTI INNOVATIVI

E. Renzi

(38)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale



ITALY

STC - PUBLIC CENTRAL TECHNICAL SERVICE FOR CONSTRUCTION

Address:	SERVIZIO TECNICO CENTRALE DELLA PRESIDENZA DEL CONSIGLIO SUPERIORE LL. PP. VIA Nomentana 2 IT - 00161 ROMA
Tel:	+390 6 4426 7396
Fax:	+390 6 4426 7383
E-mail:	consup.stc@mit.gov.it
Website:	www.cslp.it
Assessments:	in the following product areas: 1, 5, 12, 13, 16, 17, 20, 23, 33, 34

ITC-CNR - CONSTRUCTION TECHNOLOGIES INSTITUTE

Address:	ISTITUTO PER LE TECNOLOGIE DELLA COSTRUZIONE VIA LOMBARDIA 49, Fraz-Sesto Uteriano IT - 20098 SAN GIULIANO MILANESE (MI)
Tel:	+39 02 98061
Fax:	+39 02 9820080
E-mail:	info@itc.cnr.it
Website:	www.itc.cnr.it
Assessments:	in the following product areas: 2 to 4, 7, 9, 14, 15, 19, 21, 22, 25, 26, 33, 34

E T A
European Organisation
for Technical Assessment

ITAB
(art.7 D.Lgs. 106/17)

(39)

Servizio Tecnico Centrale

ADEGUAMENTO DELLA NORMATIVA NAZIONALE ALLE DISPOSIZIONI DEL REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011, CHE FISSA CONDIZIONI ARMONIZZATE PER LA COMMERCIALIZZAZIONE DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE E CHE ABROGA LA DIRETTIVA 89/106/CEE

GURI 159 del 10.07.2017

Entrata in vigore: 30 gg dopo la pubblicazione in GUUE

09 agosto 2017

- Adeguamento della legislazione nazionale: abrogazione DPR n. 246 del 1993, che recepiva l'abrogata Dir. 89/106/CEE, insieme al D.M. 156/03;
- Semplificazione e riordino del quadro normativo e degli adempimenti per le imprese (PMI);
- Coordinamento delle Amministrazioni Competenti e delle procedure:
 - Comitato Nazionale di Coordinamento per i Prodotti da Costruzione (art. 3);
 - Organismo Nazionale per la Valutazione Tecnica Europea, ITAB (art.7);
 - Aggiornamento delle procedure per l'autorizzazione e notifica degli Organismi.
- introduzione di un efficace sistema di **sanzioni, controlli e vigilanza sul mercato** (Capo V), del tutto inadeguato nel contesto legislativo vigente ma essenziale al fine di garantire la necessaria credibilità al settore: sono state infatti introdotte nel quadro legislativo nazionale sanzioni amministrative e penali che, per i casi più gravi inerenti prodotti da costruzione ad uso strutturale o antincendio prevedono anche significative pene detentive, estese a tutti i soggetti coinvolti nella filiera (fabbricante, importatore, distributore, costruttore, direttore dei lavori o dell'esecuzione, collaudatore, organismi e laboratori di parte terza).

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Art. 20

Violazione degli obblighi di impiego dei prodotti da costruzione

1. Il **costruttore**, il **direttore dei lavori**, il **direttore dell'esecuzione** o il **collaudatore** che, nell'ambito delle specifiche competenze, utilizza prodotti non conformi agli articoli 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 del regolamento (UE) n. 305/2011 e all'articolo 5, comma 5, del presente decreto e' punito con la **sanzione amministrativa pecuniaria da 4.000 euro a 24.000 euro**; salvo che il fatto costituisca piu' grave reato, il medesimo fatto e' punito con **l'arresto sino a sei mesi e con l'ammenda da 10.000 euro a 50.000 euro** qualora vengano utilizzati **prodotti e materiali destinati a uso strutturale** o a uso antincendio.

2. Il **progettista** dell'opera che prescrive prodotti non conformi a quanto previsto dall'articolo 5, comma 5, del presente decreto o in violazione di una delle disposizioni in materia di dichiarazione di prestazione e marcatura CE di cui agli articoli 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 del regolamento (UE) n. 305/2011 e' punito con la **sanzione amministrativa pecuniaria da 2.000 euro a 12.000 euro**; salvo che il fatto costituisca piu' grave reato, il medesimo fatto e' punito con **l'arresto sino a tre mesi e con l'ammenda da 5.000 euro a 25.000 euro** qualora la prescrizione riguardi prodotti e **materiali destinati a uso strutturale** o a uso antincendio.



NTC - MATERIALI E PRODOTTI : Accettazione - Certificazione - Tracciabilità

Il Fabbricante ...

Al fine di dimostrare l'**identificazione**, la **qualificazione** e la **tracciabilità** dei materiali e prodotti per uso strutturale, il fabbricante, o altro eventuale operatore economico (importatore, distributore o mandatario ...) [...], è tenuto a fornire copia della sopra richiamata documentazione di identificazione e qualificazione (casi A, B o C), i cui estremi devono essere riportati anche sui documenti di trasporto, dal fabbricante fino al cantiere, comprese le eventuali fasi di commercializzazione intermedia, riferiti alla specifica fornitura.

Nel redigere la "**Dichiarazione di Prestazione**" e la documentazione di qualificazione, **il fabbricante si assume la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione alle prestazioni dichiarate**. Inoltre, il fabbricante dichiara di assumersi la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione alla "Dichiarazione di Prestazione" o alla documentazione di qualificazione ed a tutti i requisiti applicabili.

(42)



NTC - MATERIALI E PRODOTTI : Accettazione - Certificazione - Tracciabilità

... il Direttore dei Lavori ? (ACCETTAZIONE)

Per ogni materiale o prodotto identificato e **qualificato mediante Marcatura CE** è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011, nonché – qualora ritenuto necessario, ai fini della verifica di quanto sopra - copia del certificato di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Capo VII dello stesso Regolamento (UE) 305/2011.

Per i prodotti **non qualificati mediante la Marcatura CE**, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione (caso B) o del Certificato di Valutazione Tecnica (caso C). 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.

(43)



NTC - MATERIALI E PRODOTTI : Accettazione - Certificazione - Tracciabilità

... il Direttore dei Lavori ? (ACCETTAZIONE)

...

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori, nell'ambito dell'accettazione dei materiali **prima della loro installazione**, verificare che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione, nonché accertare **l'idoneità all'uso specifico del prodotto** mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali, con particolare riferimento alla Relazione sui materiali, di cui al § 10.1.

La mancata rispondenza alle prescrizioni sopra riportate comporta il **divieto di impiego del materiale o prodotto**.

Al termine dei lavori che interessano gli elementi strutturali, il Direttore dei Lavori predispone, nell'ambito della Relazione a struttura ultimata di cui all'articolo 65 del DPR.380/01, una sezione specifica relativa ai controlli e prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali, nella quale sia data evidenza documentale riguardo all'identificazione e qualificazione dei materiali e prodotti, alle prove di accettazione ed alle eventuali ulteriori valutazioni sulle prestazioni.

(44)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale



NTC - MATERIALI E PRODOTTI : Accettazione - Certificazione - Tracciabilità

I **fabbricanti** di materiali, prodotti o componenti disciplinati nella presente norma devono dotarsi di adeguate **procedure di controllo di produzione in fabbrica**. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo che ne abbia titolo.

Qualora il fabbricante non sia stabilito sul territorio dell'Unione Europea, questi dovrà nominare un **mandatario** stabilito sul territorio dell'Unione (...).

Il richiamo alle specifiche tecniche armonizzate (CPR) -> ultima versione aggiornata, Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie UNI, EN e ISO -> alla data di pubblicazione se indicata, ovvero, se non indicata, all'ultima versione aggiornata. Con successivo provvedimento si aggiornano periodicamente gli elenchi delle specifiche tecniche volontarie UNI, EN ed ISO richiamate nella presente norma.

CAP.12: Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, per il tramite del Servizio Tecnico Centrale, predispone e pubblica, sentiti CNR ed UNI, l'elenco dei documenti che costituiscono riferimento tecnico per le NTC e l'elenco delle specifiche tecniche volontarie UNI, EN ed ISO richiamate nella presente norma

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale



Cap. 11 . MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE (NTC08)

- 11.1 - Generalità
- 11.2 - Calcestruzzo
- 11.3 - Acciaio
- 11.4 - *Materiali diversi dell'acciaio utilizzati con funzione di armatura in strutture di cemento armato*
- 11.5 - *Sistemi di precompressione a cavi post tesi*
- 11.6 - Appoggi Strutturali
- 11.7 - *Materiali e prodotti a base di legno*
- 11.8 - *Componenti prefabbricati*
- 11.9 - *Dispositivi antisismici*
- 11.10 - *Muratura portante*

E. Renzi

(46)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale



Cap. 11 . MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE (NTC18)

- 11.1 - Generalità
- 11.2 - Calcestruzzo
- 11.3 - Acciaio
- 11.4 - ***Ancoranti per uso strutturale e giunti di dilatazione***
- 11.5 - ***Sistemi di precompressione a cavi post tesi e tiranti di ancoraggio***
- 11.6 - Appoggi Strutturali
- 11.7 - *Materiali e prodotti a base di legno*
- 11.8 - ***Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.***
- 11.9 - ***Dispositivi antisismici e di controllo delle vibrazioni***
- 11.10 - *Muratura portante*

E. Renzi

(47)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Qualificazione di alcuni prodotti strutturali

Materiale/Prodotto	Qualificazione Nazionale	Qualificazione CE	NORMA Di riferimento	NOTE
Acciaio per carpenteria	NO	SI	EN 10025 EN 10210 EN 10219 EN 1090-1	Vale solo la marcatura CE (Caso A)
Barre per c.a.	SI	NON ANCORA	NTC 11.3.2	L'armonizzazione è in corso con EN 10080 e EN10138 (Caso B)
Acciai per c.a.p.	SI	NON ANCORA	NTC 11.3.3	
Sistemi precompr. a cavi post tesi	SI	SI	ETAG 013 NTC 11.5.1	CVT sulla base di ETAG013 (Caso C)
Calcestruzzo preconfezionato	SI	NO	NTC 11.2.8	Non esiste Mandato CE per il cls (Caso B)
Aggregati	NO	SI	EN 12260 EN 13055	(Caso A)
Dispositivi antisismici	NO	SI	EN 15129 (NTC 11.9)	(caso A)
Appoggi strutturali	NO	SI	EN 1337 (NTC 11.6)	(Caso A)
Ancoranti strutturali	SI	SI	ETAG 001 (NTC 11.4.1)	CVT sulla base di ETAG001 (Caso C)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Qualificazione di alcuni prodotti strutturali

Materiale/Prodotto	Qualificazione Nazionale	Qualificazione CE	NORMA Di riferimento	NOTE
Legno lamellare	NO	SI	EN 14080 (NTC 11.7.10)	(Caso A)
Legno massiccio	SI (*)	SI	EN 14081 (NTC 11.7.10)	(Caso A)
El. prefabbricati soggetti ad armonizz.	NO	SI	EN 13225, EN 13693 EN 14843, EN 14991..	(Caso A)
Elementi prefabbricati non /non ancora soggetti	SI	POSSIBILE CON ETAG o ETA senza ETAG	NTC 11.8	(Caso B o C)
Barriere paramassi	SI	SI	ETAG 027	CVT sulla base di ETAG027 (Caso C)
Tiranti di Ancoraggio ad uso geotecnico	SI	SI	NTC 11.5.2 LLGG STC EAD EOTA	(Caso C)

ETA = Benestare/Valutazione Tecnica Europea

E. ETAG = Linea Guida di Benestare Tecnico Europeo oggi EAD = Documento di Valutazione Europea

CVT = Certificato di Valutazione Tecnica

(*): centri di lavorazione

Consiglio Superiore del LL.PP.- Servizio Tecnico Centrale

Ing. Emanuele Renzi

Coordinatore del STC

emanuele.renzi@mit.gov.it

per informazioni: <http://www.cslp.it>

... Grazie per l'attenzione e ...
BUON LAVORO

E. Renzi

(50)

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

PROGETTAZIONE GEOTECNICA

QUINTILIO NAPOLEONI, SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

Ricercatore e Professore Aggregato di Geotecnica presso l'Università di Roma "La Sapienza", ha pubblicato oltre 65 articoli e rapporti scientifici. Esperto in geotecnica, ambiente e gestione dei rifiuti. E' stato membro del Comitato Tecnico Autorità dei Bacini Regionali del Lazio e del Comitato Scientifico del Centro di Eccellenza per il Rischio Idrogeologico (C.E.R.I.) dell'Università di Roma "La Sapienza". E' membro esperto della III Sezione del CSLPP.



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Dipartimento per le infrastrutture, i sistemi informativi e statistici
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

VERIFICA DELLE STRUTTURE, CONTROLLO IN
CANTIERE E VALUTAZIONE DEI PROGETTI
Le novità delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018

Progettazione geotecnica

Ing. Quintilio Napoleoni

Facoltà di Ingegneria - Università "Sapienza"

Dipartimento di Ingegneria Civile Edile ed Ambientale



Introduzione

- Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il DM del 20 febbraio 2018 introducono diverse novità in ambito geotecnico.
- Le modifiche alla normativa precedente del 2008 sono legate fundamentalmente a tre capitoli:
 - capitolo 3 che riguarda le azioni sulle costruzioni,
 - capitolo 6 che attiene alla progettazione geotecnica in senso stretto
 - capitolo 7 che interessa le verifiche sismiche

Capitolo 3 - Azioni sulle costruzioni

- La modifica più importante riguarda il §3.2 che riformula le categorie di sottosuolo.
- Si ribadisce l'importanza di valutare la risposta sismica locale.
- In **assenza di specifiche analisi** per valutare l'effetto della risposta sismica locale, la norma prevede la definizione dell'azione sismica con un **approccio semplificato**, basato sull'individuazione di alcune categorie di sottosuolo.

Capitolo 3 - Azioni sulle costruzioni

3.2.2 Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 (RSL)

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della **velocità di propagazione delle onde di taglio V_s** .

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

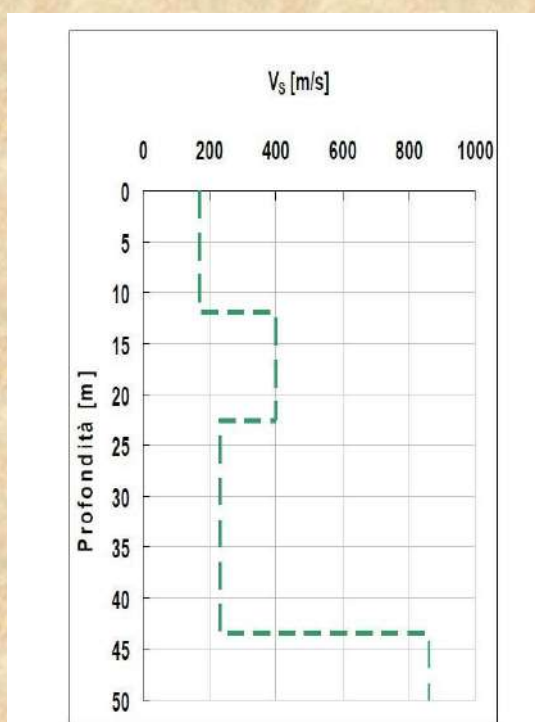
Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Descrizione
A	Annessi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Capitolo 3 - Azioni sulle costruzioni

- Appare evidente l'eliminazione delle categorie S1 ed S2, ma appare altrettanto evidente come per **velocità delle onde di taglio minore di 100 m/s** diventi indispensabile un'analisi di risposta sismica locale per la definizione delle azioni
- E' stata anche introdotta una **velocità equivalente** delle onde di taglio al posto delle $V_{s,30}$
- L'approccio semplificato è accettato solo se è presente un **miglioramento delle proprietà meccaniche** con la profondità

Capitolo 3 - Azioni sulle costruzioni



- In accordo con le NTC 2018, già in casi semplici, si deve ricorrere ad una **RSL non semplificata**

Capitolo 3 - Azioni sulle costruzioni

VIENE INTRODOTTO IL CONCETTO DI VELOCITA' EQUIVALENTE

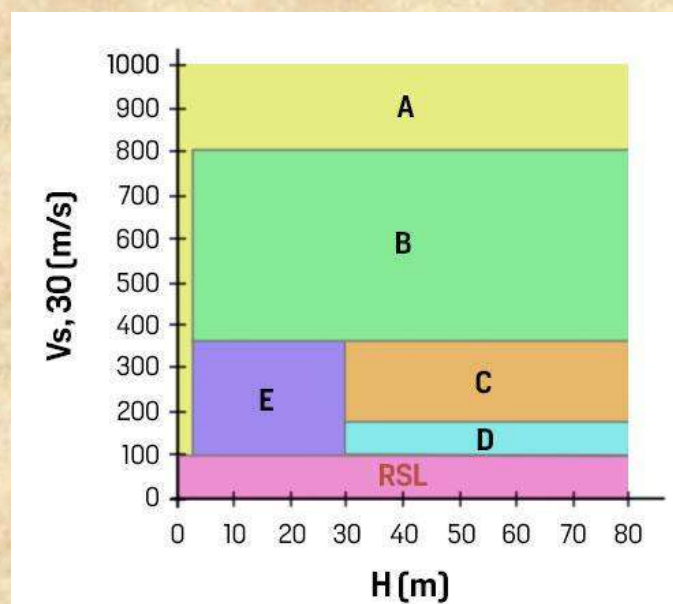
$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

H = profondità substrato ($V_S > 800$ m/s)

per $H \geq 30$ m $V_{S,eq} = V_{S,30}$

- NTC 2008: la misura diretta delle velocità V_S era fortemente raccomandata (vds c_u , N_{SPT})
- NTC 2018: la **misura diretta** delle velocità V_S diventa una regola

Capitolo 3 - Azioni sulle costruzioni



Quadro sinottico della RSL semplificata consentita dalle NTC2018

Capitolo 3 - Azioni sulle costruzioni

- Per quanto riguarda le categorie di sottosuolo non comprese tra A ed E si rimanda all'analisi di risposta sismica locale e in questo caso le novità sono contenute nel §7.3.2.1 (Risposta sismica locale)
- Viene espressamente fatto riferimento alla necessità di "adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni da determinare mediante specifiche indagini e prove".
- Per la determinazione degli accelerogrammi naturali viene invece rimandato al §3.2.3.6 e sarà compito della CNTC esplicitare con maggiore dettaglio la metodologia applicativa.

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

- Le modifiche più rilevanti relative al Capitolo 6 sono:
 - Eliminazione del doppio approccio progettuale contemporaneo AP1 e AP2 su alcune tipologie di opere
 - Ulteriore chiarimento riguarda l'Approccio 1 dove le due condizioni vengono differenziate a seconda della tipologia di azioni da considerare:
 - C1 (A1+M1+R1) per il dimensionamento strutturale
 - C2 (A2+M2+R2) per le verifiche geotecniche;
 - E' stato inserito un paragrafo specifico per la valutazione della resistenza a carico assiale di una palificata
 - Sono riportate delle precisazioni in merito alle fondazioni miste
 - Sono riportate delle precisazioni sulla stabilità dei pendii artificiali e naturali

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

- Nell'articolazione del progetto (par. 6.2) vengono introdotte **distintamente**:
 - la **modellazione geologica** del sito
 - la **modellazione geotecnica**.
- I metodi ed i risultati delle indagini della **modellazione geologica** devono essere esaurientemente esposti e commentati in una relazione geologica,
- La caratterizzazione meccanica dei terreni ed i metodi di calcolo e la **modellazione geotecnica** devono essere esaurientemente esposti e commentati in una apposita relazione geotecnica, basata su specifiche indagini

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

- Viene riconfermata la responsabilità del **progettista** per quanto riguarda le indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica (par. § 6.2.2)
- E' posta l'attenzione alle fasi e modalità costruttive (par. § 6.2.2):
 - Nel progetto devono essere individuate le diverse fasi esecutive per definire eventuali specifiche condizioni geotecniche **anche a carattere temporaneo** che possono verificarsi nel corso dei lavori

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Azioni sulle opere (Par. 6.2.4.1.1)

- Per il solo coefficiente parziale dei **carichi permanenti non strutturali** G_2 la norma specifica ora un valore minimo di 0.8 (Al posto di 0)

Tab. 6.2.I - Coefficiente parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Tab. 2.6.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Verifiche nei confronti degli SLU idraulici (§6.2.4.2)

- Stati limite di sollevamento
- Stati limite di sifonamento

Tab. 6.2.III - Coefficienti parziali sulle azioni per le verifiche nei confronti di stati limite di sollevamento

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	Sollevamento (UPL)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,1
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8
	Sfavorevole		1,5
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0
	Sfavorevole		1,5

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

- La verifica nei riguardi del sifonamento è riformulata, a favore di sicurezza (in tensioni efficaci)

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Verifiche nei confronti degli SLU idraulici (§6.2.4.2)

- La verifica a sifonamento va eseguita, in condizioni di flusso prevalentemente verticale, controllando che:
 - a) nel caso di frontiera di efflusso libera: che il gradiente idraulico i risulti non superiore al gradiente idraulico critico i_c :
 - diviso per un coefficiente parziale $\gamma_R = 3$, se si assume come effetto delle azioni il **gradiente idraulico medio**,
 - diviso per un coefficiente parziale $\gamma_R = 2$ nel caso in cui si consideri il **gradiente idraulico di efflusso**;
 - b) in presenza di un **carico imposto sulla frontiera di efflusso**: che la pressione interstiziale in eccesso rispetto alla condizione idrostatica risulti non superiore alla tensione verticale efficace calcolata in assenza di filtrazione, divisa per un coefficiente parziale $\gamma_R = 2$.

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Stabilità dei pendii naturali (§6.3)

- E' stata posta maggiore attenzione alla reale efficacia dei provvedimenti atti a migliorare la stabilità dei versanti e viene in proposito previsto che il progetto degli interventi di stabilizzazione, oltre a comprendere la descrizione completa dell'intervento, debba essere corredato da un **piano di monitoraggio** e da un significativo **piano di gestione e controllo dell'efficacia**.
- Il progettista è tenuto a **quantificare l'entità del miglioramento apportato dai provvedimenti** in progetto sulle condizioni di sicurezza del pendio nonché a definire i criteri per verificarne il raggiungimento.

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Stabilità dei pendii naturali (§6.3)

- E' stato ribadito che:
 - L'adeguatezza del margine di sicurezza **ritenuto accettabile dal progettista** deve comunque essere giustificata sulla base:
 - del livello di conoscenze raggiunto,
 - dell'affidabilità dei dati disponibili,
 - del modello di calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica,
 - delle conseguenze di un'eventuale frana

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Fondazioni superficiali (§6.4.2)

- Viene stabilito che le verifiche SLU tipo Geo (carico limite e scorrimento) siano eseguite **SOLO** con AP2 (A1+M1+R3)
- Le verifiche di stabilità globali devono essere eseguite con AP1 - C2 ($A2+M2+R2=1.1$)

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Fondazioni su pali (§6.4.2)

- Viene stabilito che le verifiche SLU tipo Geo (carico limite assiale e trasversale o di trazione) siano eseguite **SOLO** con AP2 (A1+M1+R3)
- Le verifiche di stabilità globali devono essere eseguite con AP1 - C2 (A2+M2+R2=1.1)

Tab. 6.4.II - Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale γ	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

^o da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Resistenza a carico assiale di una palificata (§ 6.4.3.1.1)

- E' stato introdotto un apposito paragrafo sui **pali in gruppo** in cui viene definita la resistenza caratteristica della palificata che deve essere calcolata come somma delle resistenze caratteristiche dei singoli pali, tenendo conto, però, di eventuali **effetti riduttivi di gruppo**;
- Effetti, che a loro volta, sono funzione di geometria, tipologia di palo e tipo di terreno.

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Fondazioni miste (§6.4.3.3)

- Le fondazioni miste riguardano l'impiego contemporaneo sotto la stessa struttura di fondazioni indirette e dirette
- Si stabilisce che i pali **possono** svolgere la funzione di piena partecipazione alla stabilità globale e alla capacità portante ultima o avere funzione di soli **riduttori di cedimenti**.
- Per il primo caso la norma precisa che le verifiche agli SLU devono essere svolte per la fondazione mista, sia a breve che a lungo termine, sommando la capacità portante di piastra di fondazione e di pali e dividendo la resistenza totale per il coefficiente R3 ($\gamma_R=2.3$ per carico limite e $\gamma_R=1.1$ per scorrimento).

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Prove in corso d'opera (§6.4.3.7.2)

- Sui pali di fondazione, **ad esclusione di quelli sollecitati prevalentemente da azioni orizzontali**, devono essere eseguite prove di carico statiche con un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.
- **Fermo restando il numero complessivo delle prove di carico minimo**, il **numero di prove di carico statiche** può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche sostitutive, da tarare con quelle statiche di progetto su pali pilota, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali, per verificarne lunghezza e integrità strutturale. **In ogni caso, deve essere eseguita almeno una prova di carico statica.**

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Progettazione geotecnica opere di sostegno (§ 6.5)

- Le norme si applicano a tutte le costruzioni e agli interventi atti a sostenere in sicurezza un corpo di terreno o di materiale con comportamento simile.
- In particolare:
 - muri,omissis
 - paratie,omissis.....;
 - strutture miste, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e **per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento**

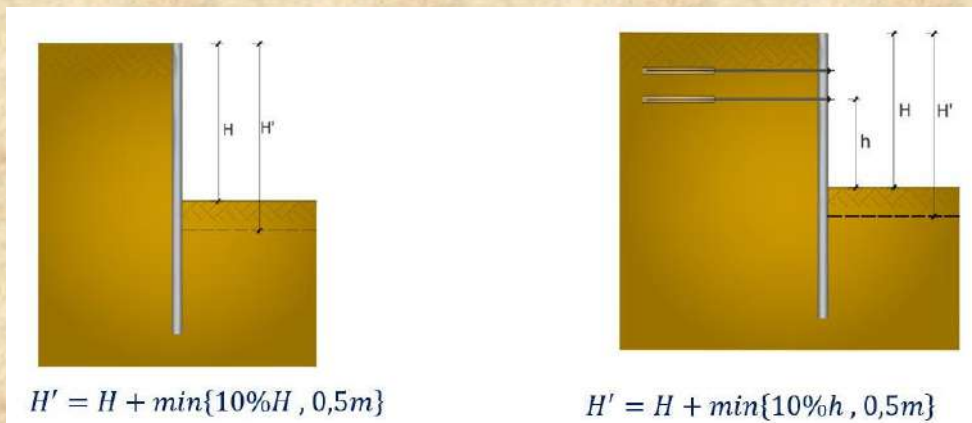
Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Modello geometrico di riferimento (par. § 6.5.2.2)

- Nella modellazione geometrica è stata aggiunta una specifica che riguarda **le paratie**.
- Il modello geometrico deve tener conto delle possibili variazioni del profilo del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali.
- Nel caso in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera (paratie), la quota di valle deve essere diminuita di una quantità fissata (**sovrascavo**)

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

- Sovrascavo pari al minore dei seguenti valori:
 - 10% dell'altezza di terreno da sostenere nel caso di opere a sbalzo;
 - 10% della differenza di quota fra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo nel caso di opere vincolate;
 - - 0,5 m;



Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

Verifiche Opere di sostegno (§ 6.5.3.1.1)

- Per i muri di sostegno e per le strutture miste devono essere verificati i seguenti stati limite:
 - **SLU di tipo geotecnico GEO:**
 - Scorrimento sul piano di posa
 - Collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno
 - Ribaltamento
 - Stabilità globale complesso opera-terreno
 - **SLU di tipo strutturale STR:**
 - Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

- Stabilità globale complesso opera-terreno:
Approccio 1 - Comb. 2 (A2+M2+R2) NTC 2018 = NTC 2008
- Verifiche STR e GEO - NTC 2018
Devono essere effettuate **SOLO** secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati in Tab.6.2.I (NTC 2018), dove si evidenzia che per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1} (carichi permanenti).
- Per le **resistenze** si applicano i coefficienti parziali riportati in Tab. 6.5.I (NTC 2018).

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

- N.B. cambiamento significativo per lo stato limite di equilibrio di corpo rigido (EQU):
 - NTC 2008 - § 6.5.3.1.1 lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio di corpo rigido (EQU), utilizzando i fattori sulle azioni e i coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte (non più valido!!!)
 - **NTC 2018** - § 6.5.3.1.1 lo stato limite di ribaltamento rientra negli SLU di tipo GEO e va verificato **secondo l'Approccio 2 combinazione (A1+M1+R3)**.
- Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 vanno applicati agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

- Confronto fra i coefficienti di sicurezza

Tabella 6.5.1 - Coefficienti parziali γ_k per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)	NTC 2008
Capacità portante della fondazione	$\gamma_k = 1,0$	$\gamma_k = 1,0$	$\gamma_k = 1,4$	
Scorrimento	$\gamma_k = 1,0$	$\gamma_k = 1,0$	$\gamma_k = 1,1$	
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_k = 1,0$	$\gamma_k = 1,0$	$\gamma_k = 1,4$	

Tab. 6.5.1 - Coefficienti parziali γ_k per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)	NTC 2018
Capacità portante della fondazione	$\gamma_k = 1,4$	
Scorrimento	$\gamma_k = 1,1$	
Ribaltamento	$\gamma_k = 1,15$	
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_k = 1,4$	

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

- Nelle paratie e nelle «altre» opere geotecniche con le verifiche secondo AP1 si è voluto do trattare diversamente quelle opere geotecniche per le quali è presente **una forte interazione terreno-struttura** e per le quali il terreno, esso stesso, è generatore delle azioni.
- In questo caso (ad es. le paratie e le gallerie) l'impiego dell'AP1, per il quale è prevista la doppia combinazione di carichi, consente di **pesare** diversamente le azioni nelle due fasi di dimensionamento (geotecnico e strutturale).

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

- Cambiamenti non significativi su:
 - Tiranti di ancoraggio (par. 6.6)
 - Opere di sotterraneo (par. 6.7)
 - Opere in materiali sciolti e fronti di scavo (par. 6.8)
 - Miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi (par.6.9)
 - Consolidamento geotecnico di opere esistenti
 - Discariche controllate di rifiuti e depositi di inertoi
 - Fattibilità di opere su grandi aree

Capitolo 6 - Progettazione geotecnica

- Nel dimensionamento di una paratia, ad esempio, la combinazione C2 (con i fattori $A2+M2+R2$ che prevedono azioni parzialmente amplificate, resistenze e parametri meccanici ridotti) è da impiegarsi per il calcolo della profondità di infissione della paratia (SLU-GEO),
- una volta fissata quest'ultima, il dimensionamento strutturale (SLU-STR) deve avvenire impiegando la combinazione C1 (con fattori $A1+M1+R1$ ovvero azioni amplificate, resistenze e parametri meccanici ai valori caratteristici), introducendo le necessarie parzializzazioni del contributo della spinta passiva del terreno.

Approcci di verifica

STABILITÀ DEI PENDII NATURALI	TUTTE LE VERIFICHE Approccio 1-Comb.2 (A2+M2+R2) A2=M2=1		
OPERE DI MATERIALI SCIOLTI E FRONTI DI SCAVO	TUTTE LE VERIFICHE Approccio 1-Comb.2 (A2+M2+R2)		
FONDAZIONI SUPERFICIALI	STABILITÀ GLOBALE	ALTRE VERIFICHE (Azioni assiali e trasversali)	
	Approccio 1-Comb.2 (A2+M2+R2)	Approccio 2 (A1+M1+R3)	
FONDAZIONI SU PALI	STABILITÀ GLOBALE	ALTRE VERIFICHE (Azioni assiali e trasversali)	
	Approccio 1-Comb.2 (A2+M2+R2)	Approccio 2 (A1+M1+R3)	
MURI DI SOSTEGNO	STABILITÀ GLOBALE	ALTRE VERIFICHE	
	Approccio 1-Comb.2 (A2+M2+R2)	Approccio 2 (A1+M1+R3)	
PARATIE	STABILITÀ GLOBALE	VERIFICHE (STR)	VERIFICHE (GEO)
	Approccio 1-Comb.2 (A2+M2+R2)	Approccio 1-Comb.1 (A1+M1+R1)	Approccio 1-Comb.2 (A2+M2+R1)
TIRANTI DI ANCORAGGIO	TUTTE LE VERIFICHE Approccio 2 (A1+M1+R3)		
OPERE IN SOTTERRANEO	VERIFICHE (STR)	VERIFICHE (GEO)	
	Approccio 1-Comb.1 (A1+M1+R1)	Approccio 1-Comb.2 (A2+M2+R2)	
		γ _R dei gruppi R1 e R2 pari all'unità	

sintesi degli approcci progettuali da seguire per le varie categorie di opere geotecniche.

Capitolo 7 - Verifiche sismiche

- La maggiore novità contenuta nel §7.11 riguarda invece le verifiche agli stati limite ultimi in presenza di azioni sismiche per le quali i coefficienti di sicurezza parziali sulle **azioni** e sui **parametri geotecnici** sono stati entrambi posti **pari a 1**.
- Anche per rilevati e pendii artificiali le NTC 2018 aumentano le azioni sismiche pseudo-statiche, consentendo però l'utilizzo dei parametri di resistenza caratteristici
- Tuttavia viene introdotto un coefficiente $\gamma_R = 1.2$ invece di **1.1**

Capitolo 7 - Verifiche sismiche

- Tra l'altro, mentre con le NTC08 (integrato con i chiarimenti contenuti nella Circolare n. 617/2009), il dimensionamento di un muro di sostegno risultava necessariamente condizionato dalla verifica sismica, anche in zone a bassa sismicità, ora, in linea con quanto avviene per la progettazione di strutture fuori terra, in tali zone la **progettazione di un muro può essere influenzata maggiormente dalla condizione statica** anziché dalla sismica.

Capitolo 7 - Verifiche sismiche

Stabilità nei confronti della liquefazione (par. 7.11.3.4.2)

- In questo paragrafo è stata tolta **l'esclusione della verifica** per eventi **con $M < 5$** .
- Rimangono le altre limitazioni:
 - accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
 - profondità media stagionale della falda superiore a 15 m;
 - depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza a DR elevata;
 - Fusi di distribuzione granulometrica caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ o $U_c > 3,5$.

Capitolo 7 - Verifiche sismiche

Fronti di scavo e rilevati (par. 7.11.4)

- In mancanza di studi specifici le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente vengono espresse ancora come:

$$F_h = k_h W \text{ e } F_v = k_v W$$

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h.$$

- adottando però valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:
 - $\beta_s = 0.38$ per le verifiche allo stato limite ultimo (SLV)
 - $\beta_s = 0.47$ per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLD)

Capitolo 7 - Verifiche sismiche

Confronto fra NTC2008 e NTC 2018

NTC2008 - $\gamma_R = 1.1$

Tab. 7.11.I - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g (g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g (g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g (g) \leq 0,1$	0,20	0,20

NTC2018 - $\gamma_R = 1.2$

$\beta_s = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)

$\beta_s = 0.47$ nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Capitolo 7 - Verifiche sismiche

Fondazioni superficiali (§7.11.5.3.1)

- Ai fini della verifica del carico limite se l'effetto dell'azione inerziale sul volume significativo di terreno **viene calcolato e messo in conto esplicitamente** (anziché impiegando le azioni pseudostatiche equivalenti) il valore del coefficiente di resistenza γ_R per la fondazione può essere assunto **pari a 1.8** anziché 2.3.
- Ai fini della verifica allo scorrimento, si può considerare la **resistenza passiva** solo nel caso di effettiva permanenza di tale contributo, portando in conto **un'aliquota non superiore al 50%**.

Capitolo 7 - Verifiche sismiche

Fondazioni superficiali (§7.11.5.3.1)

- Stato Limite di Danno (SLD)
 - A meno dell'impiego di **specifiche analisi dinamiche**, in grado di fornire la risposta deformativa del sistema fondazione-terreno, la verifica nei confronti dello stato limite di danno può essere ritenuta soddisfatta impiegando le azioni corrispondenti **allo SLD** e determinando **il carico limite di progetto** con il coefficiente γ_R

Tab. 7.11.II - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) delle fondazioni superficiali con azioni sismiche

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	2.3
Scorrimento	1.1
Resistenza sulle superfici laterali	1.3

Capitolo 7 - Verifiche sismiche

Muri di sostegno (§7.11.6.2)

- Medesimi valori di β_S pari a **0.38** per le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e **0.47** per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLD), sono da adottarsi per la riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito nelle verifiche di stabilità dei muri di sostegno;
- Per le **verifiche al ribaltamento** β_S viene incrementato del **50%** (e comunque $\beta_S \leq 1$)

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Capitolo 7 - Verifiche sismiche

Paratie (§7.11.6.3)

- L'azione sismica sulle paratie in condizioni pseudo-statiche è definita in base ad un'accelerazione equivalente:

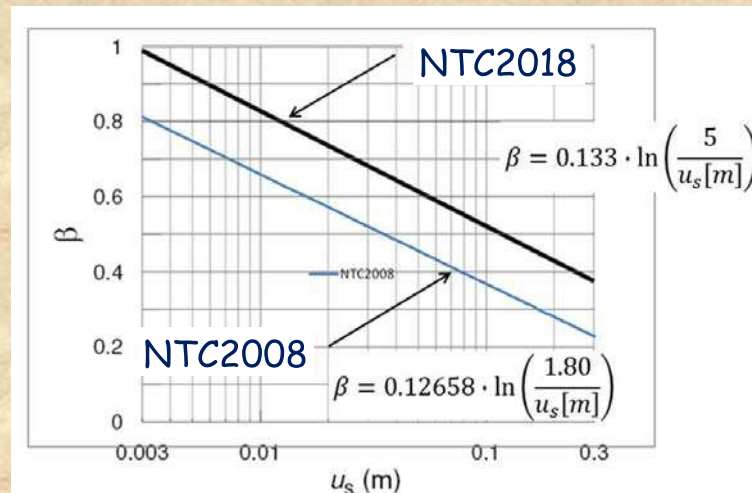
$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

- Dove:
 - g è l'accelerazione di gravità,
 - k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale,
 - α è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera
 - β è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza.

Capitolo 7 - Verifiche sismiche

Paratie (§7.11.6.3)

- Viene introdotta una nuova funzione per la stima del coefficiente di spostamento β per il calcolo del k_h al fine di descrivere l'azione sismica



Capitolo 7 - Verifiche sismiche

- Risulta più chiara l'analogia del **fattore q** (di comportamento) con il **coefficiente di duttilità β** che opera una riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito in funzione degli spostamenti irreversibili ammessi
- Il valore del coefficiente β (delle paratie) è ricavato in funzione del massimo spostamento permanente u_s che l'opera può tollerare, **verificando l'effettivo sviluppo di meccanismi duttili nel sistema.**
- In assenza di tale verifica, il coefficiente β vale 1.

Conclusioni

- L'introduzione di tale norma consente **un avvicinamento** fondamentale della normativa italiana con quella europea (Eurocodici);
- le NTC 2018 risultano essere in linea con la parte statica degli Eurocodici mentre si evincono ancora **differenze** con quella sismica
- La nuova classificazione sismica dei terreni (RSL semplificata) **è più chiara** e consente di stabilire quando è necessaria una RSL
- Sono stati semplificati i calcoli SLU per alcune opere

Conclusioni

- La NTC2018 avvicina maggiormente la progettazione sismica geotecnica al **performance based design**, che prevede di analizzare il comportamento delle opere sotto sisma, accettando la formazione di meccanismi di plasticizzazione duttili per le verifiche classificate come SLU e non la lontananza da un meccanismo di collasso.
- Nelle NTC2018 si ribadisce che è **responsabilità del progettista** garantire espressamente livelli di sicurezza coerenti con quelli delle presenti Norme tecniche (Cap. 12)

SICUREZZA E PRESTAZIONI, AZIONI SULLE COSTRUZIONI

FRANCO ANGOTTI, UNIVERSITÀ DI FIRENZE - AICAP

Professore ordinario di Scienza delle Costruzioni presso l'Università di Firenze. Presidente della Commissione UNI/CIS/SC2 "Strutture di calcestruzzo" e delegato nella Commissione CEN/TC250/SC2 "Design of concrete structures". Dal 2002 è membro della Commissione di studio per le norme tecniche relative alle costruzioni del CNR e dal 2004 del gruppo di lavoro del C.S.LL.PP. per la predisposizione dei parametri nazionali degli Eurocodici. È Vice Presidente dell'AICAP.

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

**VERIFICA DELLE STRUTTURE, CONTROLLO IN
CANTIERE E VALUTAZIONE DEI PROGETTI**

Le novità delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018

Roma, 3-4 ottobre 2018

Sala Emiciclo

Sicurezza e prestazioni, azioni sulle costruzioni

Franco Angotti, Università di Firenze - AICAP

MIT Direzione Generale Dighe
Franco Angotti

1

NTC 2018

CAPITOLO 2 – SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

2.1. PRINCIPI FONDAMENTALI

2.2. REQUISITI DELLE OPERE STRUTTURALI

2.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

**2.4. VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E
PERIODO DI RIFERIMENTO per l'azione simica**

2.5. AZIONI SULLE COSTRUZIONI

2.6. AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

MIT Direzione Generale Dighe
Franco Angotti

2

PRINCIPI FONDAMENTALI

Capisaldi della sicurezza

Il progetto deve garantire:

1. Sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU)
2. Sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)
3. Sicurezza antincendio
4. Durabilità
5. Robustezza

2.1. PRINCIPI FONDAMENTALI

REQUISITI FONDAMENTALI

- **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;

* **Nelle NTC 2008** venivano richiamati alcuni aspetti da cui dipende la durabilità ora trasferiti al 2.2.4.

- **Robustezza:**

capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili eccezionali **cause innescanti quali esplosioni e urti**.

Robustezza: ECCEZIONALI CAUSE INNESCANTI

Fenomeni indotti da azione sismica: terremoto e maremoto

Fenomeni naturali gravitativi: Frane di materiale sciolto

Colate detritiche

Crolli di roccia

Valanghe di neve

Eruzioni vulcaniche

Cedimenti di fondazione

Alluvioni e allagamenti

Cicloni e formazione di ghiaccio

Incendio e detonazioni

Urti di veicoli, imbarcazioni, velivoli

Atti vandalici e terroristici

Errori di concezione/progettazione/esecuzione

La verifica della robustezza **non è sempre necessaria**
Come nel caso di costruzioni modeste quali
case unifamiliari, bifamiliari,
edifici di massimo 2 piani
ponti di luce minore di 10 m

La principale differenza rispetto alle **NTC 2008** è la **scomparsa del metodo delle tensioni ammissibili**; per le verifiche di sicurezza, dunque, si può utilizzare solo il metodo agli Stati Limite.

Si nota una più rilevante coerenza con il formato degli Eurocodici

Gli **Eurocodici** sono indicati come **documenti** di **comprovata validità** e quindi in un certo senso complementari alle NTC

2.2. REQUISITI DELLE OPERE STRUTTURALI

2.2.1. STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

- a) perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte, **considerati come corpi rigidi**;
- b) spostamenti o deformazioni eccessive;
- c) raggiungimento della massima capacità di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
- d) raggiungimento della massima capacità della struttura nel suo insieme;
- e) raggiungimento di una condizione di cinematico irreversibile;
- f) raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
- g) rottura di membrature e collegamenti per fatica;
- h) rottura di membrature e collegamenti per altri effetti dipendenti dal tempo;
- i) instabilità di parti della struttura o del suo insieme;

Altri stati limite ultimi sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere;

SONO STATI AGGIUNTI per le azioni sismiche

Stati Limite di **salvaguardia della Vita (SLV)**

Stati Limite di **prevenzione del Collasso (SLC)**,

come precisato nel § 3.2.1.

2.2.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

- a) danneggiamenti locali (ad es. **eccessiva fessurazione del calcestruzzo**) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
- b) spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- c) spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- d) **vibrazioni** che possano compromettere l'uso della costruzione;
- e) **danni per fatica** che possano compromettere la **durabilità**;
- f) **corrosione e/o degrado dei materiali** in funzione del tempo e dell'ambiente di esposizione che possano compromettere la **durabilità**.

Altri stati limite sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere;

SONO STATI AGGIUNTI per le azioni sismiche

Stati Limite di **Operatività (SLO)**

Stati Limite di **Danno (SLD)**

come precisato nel § 3.2.1.

FRA I REQUISITI SONO STATI AGGIUNTI, RISPETTO ALLE NTC 2008 I PARAGRAFI:

2.2.3. SICUREZZA ANTINCENDIO

2.2.4. DURABILITÀ

2.2.5. ROBUSTEZZA

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'

Vengono richiamati i 3 concetti fondamentali:

MANUTENZIONE

VITA NOMINALE DI PROGETTO

CONDIZIONI AMBIENTALI (identificate in fase di progetto)

Con specifiche indicazioni riguardanti:

- 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.

2.2.5. ROBUSTEZZA

VENGONO INDICATE ALCUNE 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.

MIT Direzione Generale Dighe
Franco Angotti

13

LA ROBUSTEZZA

nei confronti di azioni eccezionali:

INCENDI

ESPLOSIONI

URTI

Bisogna evitare danni sproporzionati
rispetto all'entità della cause

Per le verifiche nei confronti dell'incendio si segnala

EN1992-1-2 e relativa appendice

- **criteri di calcolo** della resistenza al fuoco delle strutture di cls,
- **procedure di calcolo** specifico per elementi sottoposti al fuoco.

LA ROBUSTEZZA

Gli **URTI** sono classificati a seconda degli effetti:

<u>Categoria di azione</u>	<u>Possibili effetti</u>
1	Effetti trascurabili sulle strutture
2	Effetti localizzati su parte delle strutture
3	Effetti generalizzati sulle strutture

Le NTC forniscono le forze d'urto:

Traffico veicolare sotto ponti, parcheggi, autorimesse

Traffico veicolare sopra i ponti

Urti di imbarcazioni

LA ROBUSTEZZA

Le **ESPLOSIONI** sono classificate a seconda degli effetti:

<u>Categoria di azione</u>	<u>Possibili effetti</u>
1	Effetti trascurabili sulle strutture
2	Effetti localizzati su parte delle strutture
3	Effetti generalizzati sulle strutture

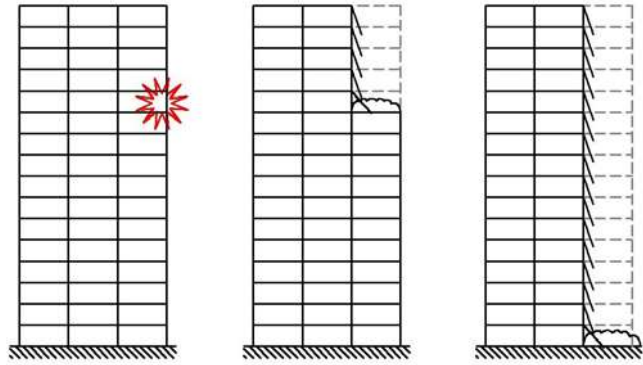
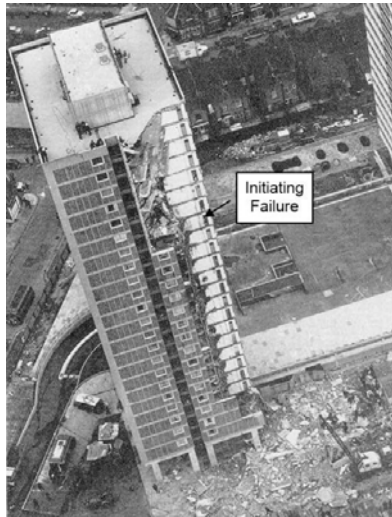
Criteri di progettazione - NTC

Si accettano danneggiamenti localizzati, anche gravi, a condizione che:

- non ci sia pericolo per l'intera struttura
- la capacità portante sia mantenuta per un tempo sufficiente affinché siano prese le necessarie misure di emergenza.

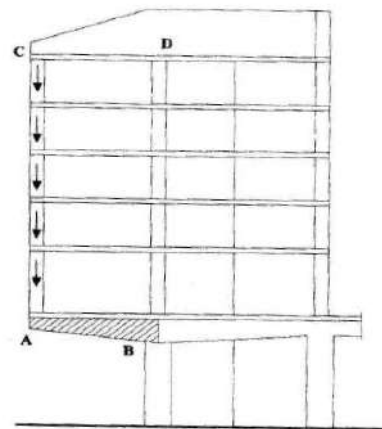
Adozione di misure di protezione quali:

- la introduzione di superfici in grado di collassare sotto sovrappressioni prestabilite;
- la introduzione di giunti strutturali per separare porzioni di edificio a rischio di esplosione da altre;
- **la prevenzione** di crolli significativi in conseguenza di cedimenti strutturali localizzati.



Crollo a catena

La lezione di
Ronan Point
Londra 1968

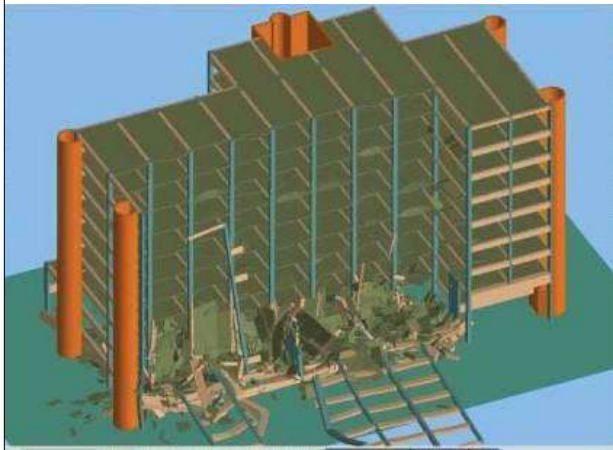


Oklahoma 19 aprile 1995: una bomba

Crollo a catena



Crollo a catena



ANDRIA 4 giugno 2010



©1996 THE OKLAHOMA PUBLISHING COMPANY

Crollo a catena

**World Trade Center
New York
2001**



ANDRIA 4 giugno 2010

Franco Angotti - Facoltà di Ingegneria Firenze

2.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA Preliminari

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

2.4.1. VITA NOMINALE

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**.

	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

Nota V_N si valutano:

AZIONI
e
DURABILITÀ

2.4.2. CLASSI D'USO

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

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

Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

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

Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

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

Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

2.4.2. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Con riferimento alle conseguenze di una **interruzione di operatività** o di un eventuale **collasso**, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso

L'azione sismica si determina in base al **periodo di riferimento**:

$$V_R = C_U V_N \quad [\text{limite } \geq 35 \text{ anni (soppresso nelle NTC2018)}]$$

V_N Vita nominale

C_U è definito in funzione della classe d'uso: da I a IV

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

DIGHE:



SICUREZZA STRUTTURALE

Le verifiche sono condotte con il metodo:
Semiprobabilistico agli stati limite

Le opere devono soddisfare i seguenti requisiti:

SLU

SLE

Durabilità

Robustezza

SICUREZZA STRUTTURALE (2.5.)

PER LA VERIFICA OCCORRE CONOSCERE:

- Azioni
- Coefficienti [di sicurezza] γ_F e γ_M
- Combinazioni delle azioni (Ψ_0 Ψ_1 Ψ_2)
- Caratteristiche dei materiali
- Controlli dei materiali
- collaudo statico (aspetti contrattuali)

Le Azioni

Permanenti: G

G_1 peso proprio struttura

G_2 non strutturale

P **precompressione**

+ altre (ritiro, cedimenti, spinte, ecc.)

Variabili: Q

Sovraccarichi

Vento

Neve

Temperatura

Eccezionali: A_d

Incendio

Esplosioni

Urti

Sismica: E

SICUREZZA STRUTTURALE

Metodo di livello 1

metodo dei coefficienti parziali o **semi-probabilistico**

si basa:

- **valori caratteristici delle azioni** (G_k , Q_k , R_k , ecc.)
- **coefficienti parziali** γ_F e γ_M
- **elementi additivi** Δ per le altre incertezze (ad es. geometria)

2.5.2. CARATTERIZZAZIONE DELLE AZIONI ELEMENTARI

G_k **valore caratteristico** delle azioni permanenti di regola coincidono con i valori medi nel presupposto che il coefficiente di variazione sia minori di 0,10

Q_{kj} **valore caratteristico** delle azioni variabili se i valori estremi dipendono dal tempo ci si riferisce ad un assegnato periodo di ritorno. Per le azioni ambientali (neve, vento, temperatura) il periodo di ritorno è posto uguale a **50 anni**

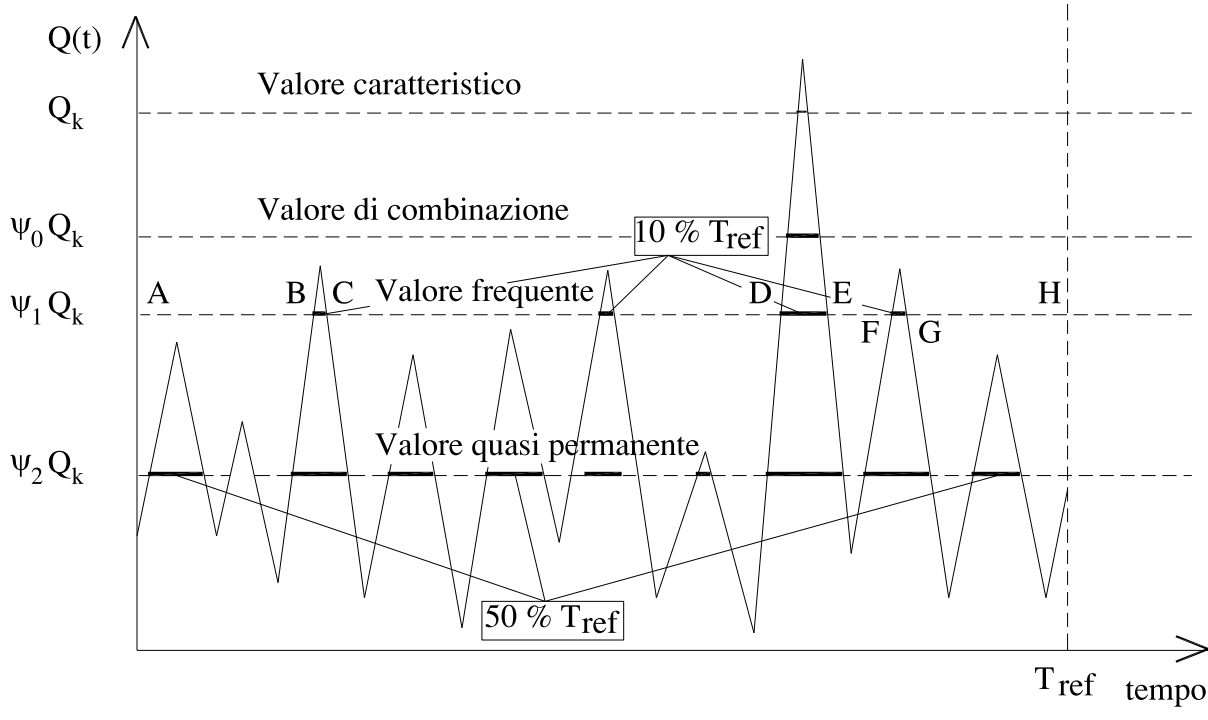
Valori rappresentativi delle Azioni **variabili**

Q_k = valore caratteristico

$\psi_0 Q_k$ = valore di combinazione (o raro)
Massimo contemporaneo con il Q di base

$\psi_1 Q_k$ = valore frequente
Frattile 95% della distribuzione temporale delle intensità

$\psi_2 Q_k$ = valore quasi permanente
Frattile 50% - della distribuzione temporale delle intensità (= media)



valori
rappresentativi
delle azioni
variabili

COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B: Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C: Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D: Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E: Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso Industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F: Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G: Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H: coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I: Coperture praticabili	caso	per	caso
Categoria K: Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	caso	per	caso
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

COMBINAZIONI DELLE AZIONI

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Σ = combinazioni delle azioni

+ = “combinato con”

COMBINAZIONE FONDAMENTALE per lo **SLU**:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 +$$

$$\gamma_P \cdot P +$$

$$\gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} +$$

$$\gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazioni delle azioni per **SLE**

Combinazione **caratteristica** (rara) (**SLE**):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

SLE irreversibili

Combinazione **frequente** (**SLE**):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$


SLE reversibili

Combinazione **quasi permanente** (**SLE**):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Effetti di lungo termine

Combinazione **sismica**

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$


E = azione sismica calcolata con riferimento alle masse associate ai carichi gravitazionali

Combinazione **eccezionale**

$$A_d + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

A_d = valore di progetto dell'azione eccezionale
Incendio, esplosioni, urti ecc.

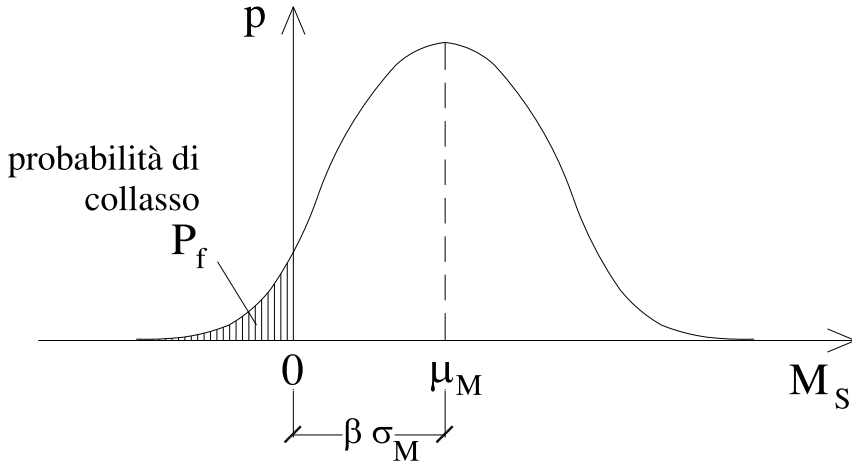
VERIFICA DI SICUREZZA:

$R > E$

Ovvero (il margine di sicurezza)

$$M_s = R - E > 0$$

P_f = probabilità di collasso può essere espressa in funzione dell'indice di affidabilità β



M_s = margine di sicurezza con
 μ_M = valore medio
 σ_M = deviazione standard
 scarto quadratico medio

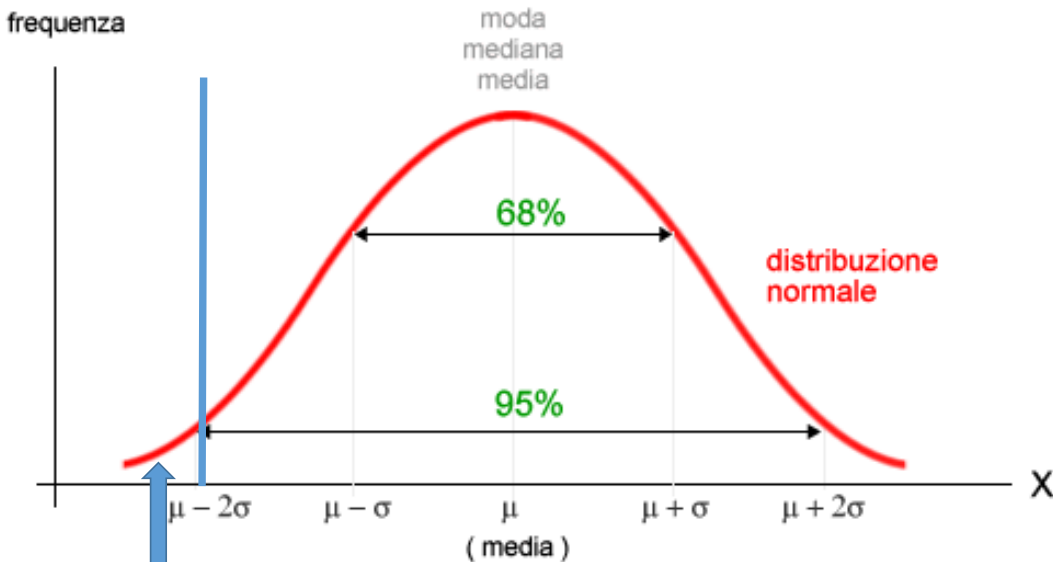
Se S e R sono Gaussiane
 M_s dipende da S e R in modo lineare.

Si definisce

$$\beta = \mu_M / \sigma_M$$

Indice di affidabilità 37

MIT Direzione Generale Dighe
 Franco Angotti



2,5 % probabilità di crollo $\beta = 0,025$

MIT Direzione Generale Dighe
 Franco Angotti

RELAZIONE

P_f probabilità di collasso

β indice di affidabilità

P_f	10^{-1}	$6,7 \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	$1,9 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
β	1,28	1,5	2,32	2,9	3,09	3,72	4,27	4,75	5,20

Vita nominale di 50 anni

Stato limite ultimo $\beta = 3,8$

Stato limite di esercizio $\beta = 1,5$

2.6. AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni delle azioni

Si fa riferimento a **3 STATI LIMITE ULTIMI**

– lo stato limite di **equilibrio come corpo rigido**: **EQU**

– lo stato limite di **resistenza della struttura** compresi gli elementi di fondazione: **STR**

– lo stato limite di **resistenza del terreno**: **GEO**

- **Altri SLU sono descritti nel cap. GEO**

EQU	<p>Perdita dell'equilibrio statico quando:</p> <ul style="list-style-type: none"> – piccole variazioni nell'intensità o nella distribuzione spaziale delle azioni provocate da una sola sorgente sono significative (es. variazioni del peso proprio) - verifica di dispositivi anti sollevamento o dispositivi di sollevamento degli apparecchi di appoggio nel caso di travi continue
STR	<p>Collasso interno o deformazione eccessiva della struttura o degli elementi strutturali, incluse le fondazioni, i pali, i muri di contenimento, ecc., quando il collasso è governato dalla resistenza dei materiali da costruzione della struttura</p>
GEO	<p>Collasso o deformazione eccessiva del terreno quando le resistenze del terreno o della roccia sono determinanti nel garantire la resistenza</p>
FAT	<p>Collasso per fatica della struttura o degli elementi strutturali</p>

COEFFICIENTI PARZIALI γ_F PER LE VERIFICHE ALLO SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Per la precompresione si adotta:
 $\gamma_P = 1$

Nelle verifiche STR si adottano i γ_F di A1

COEFFICIENTI PARZIALI DA UTILIZZARE

Elementi strutturali che coinvolgano **azioni di tipo geotecnico** (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche STR e GEO si eseguono adottando due approcci fra loro **alternativi**

Approccio 1 (due calcoli separati) - è sempre applicabile

- **combinazione n° 1**: coefficienti γ_F colonna A1 per tutte le azioni
- **combinazione n° 2**: coefficienti γ_F colonna A2 per tutte le azioni

le verifiche vanno eseguite nei confronti di entrambe le combinazioni;

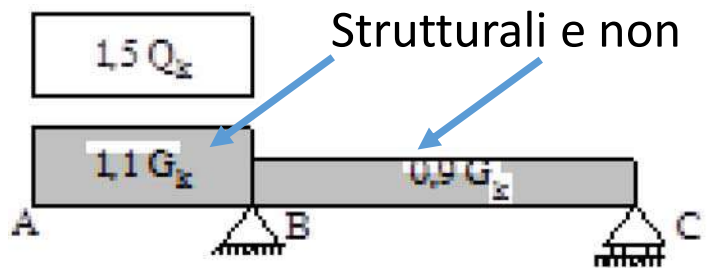
Approccio 2

Coefficienti γ_F colonna A1 per tutte le azioni

si può adottare limitatamente al caso di strutture con fondazioni dirette o su pali in cui le azioni geotecniche (ad es. spinta delle terre) non costituiscano azioni dirette per la struttura.

PROGETTAZIONE EQU

Esempio 1: Trave su due appoggi con sbalzo:
Verifica al ribaltamento



+ eventuale sottospinta idraulica

G_k = peso proprio + carichi permanenti
 Q_k = carico variabile

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

EFFETTI DA MASSIMIZZARE

Coefficienti

Momento flettente e
taglio in B

Momento flettente e taglio nella
campata BC

γ_F

1,5 Q_k

1,5 Q_k

A₁

1,3 G_k

1,3 G_k

1,3 G_k

1,3 G_k



A₂

1,3 Q_k

1,3 Q_k

1,00 G_k

1,00 G_k

1,00 G_k

1,00 G_k



PROGETTAZIONE STR

Progettazione che **non** coinvolge azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) si **impiegano** γ_F riportati nella **colonna A1**.

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

PROGETTAZIONE GEO - due possibili approcci progettuali:

Approccio 1 -si deve utilizzare la **combinazione più gravosa** fra:

Combinazione 1 si impiegano γ_F riportati nella **colonna A1**.

Combinazione 2 si impiegano i γ_F riportati nella **colonna A2**.

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Approccio 2

si impiegano γ_F riportati nella **colonna A1** come nella progettazione STR

Esempio 2: TETTOIA

Definire le combinazioni delle azioni agli SLU di una tettoia.

Si considerano i seguenti carichi

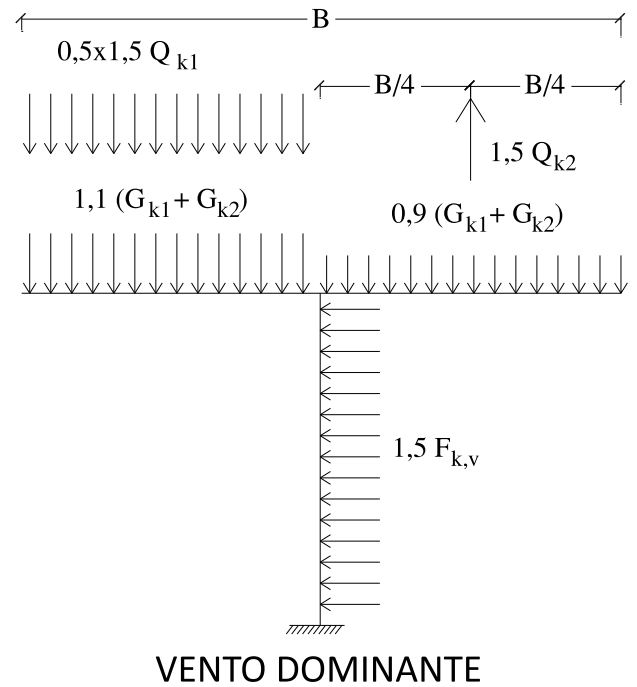
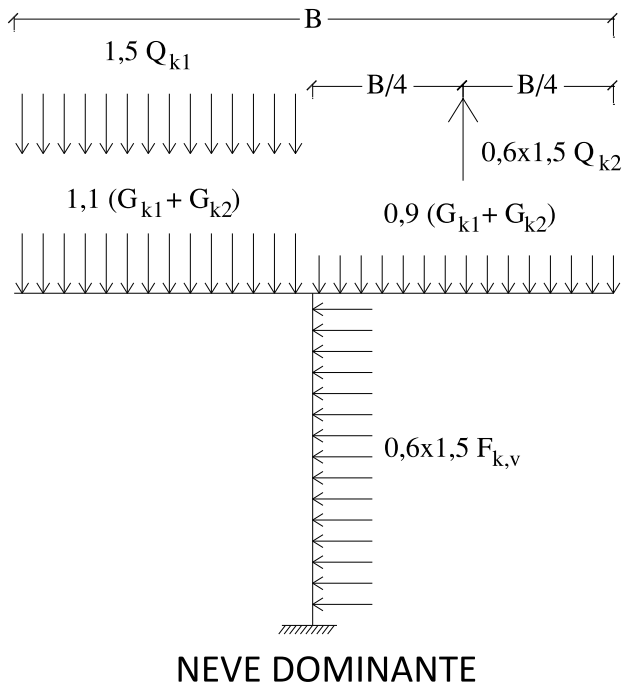
peso proprio G_{k1}

carico permanente portato G_{k2} (si ipotizza compiutamente definito)

neve Q_{k1}

vento Q_{k2}

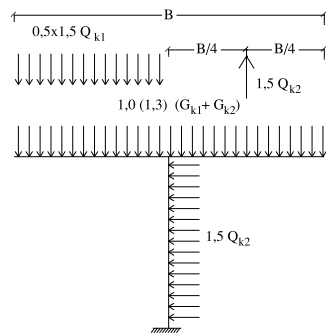
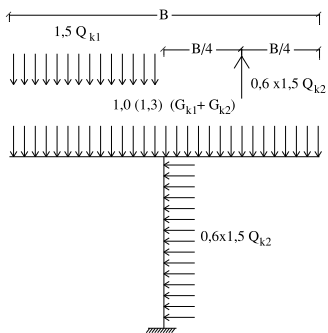
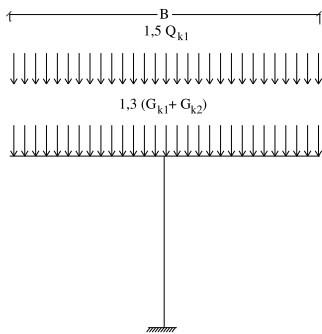
EQU – Equilibrio di corpo rigido (coefficienti EQU) (es. verifica al ribaltamento)



MIT Direzione Generale Dighe
Franco Angotti

STR – VERIFICA DI RESISTENZA DEL PILASTRO (COEFFICIENTI A1)

VERIFICA DEL PILASTRO

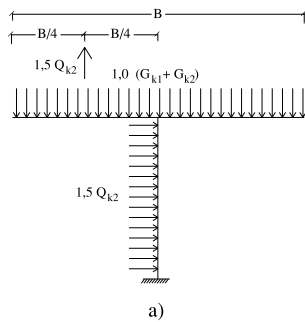


a pressoflessione

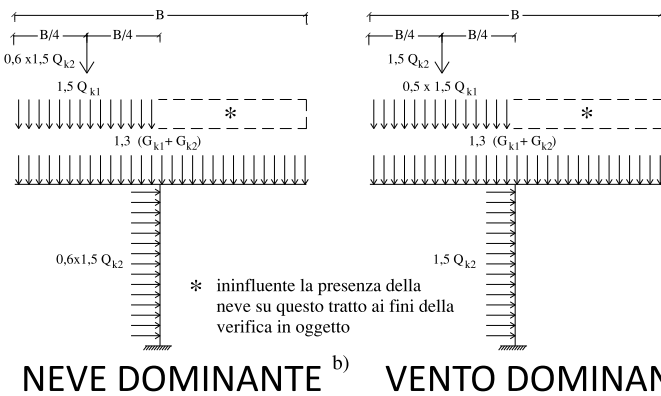
MIT Direzione Generale Dighe
Franco Angotti

STR – VERIFICA DI RESISTENZA TRAVI A SBALZO (COEFF. A1)

VERIFICA DELLA SEZIONE DI INCASTRO A SINISTRA DEL PILASTRO



← massimo momento flettente positivo all'incastro



← massimo momento flettente positivo all'incastro

MIT Direzione Generale Dighe
Franco Angotti

51

AZIONI SULLE COSTRUZIONI

3 richiami contenuti nella NTC 2018

- SUI CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI
- RIDUZIONE DEI SOVRACCARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI
- VELOCITÀ **BASE** DEL VENTO

MIT Direzione Generale Dighe
Franco Angotti

52

AZIONI SULLE COSTRUZIONI

UN CHIARIMENTO sui carichi permanenti non strutturali

carichi **non rimovibili** durante il normale esercizio della costruzione, NTC 2008

carichi **presenti** sulla costruzione durante il suo normale esercizio **NTC 2018**

Esempi:

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

3.1.4.1 SOVRACCARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI

Per tener conto della estensione dell'area che interessa un carico distribuito viene accettata la disposizione contenuta nell'EN1991-1-1:

I **sovraccarichi** di una singola categoria, distribuiti su un singolo elemento strutturale, **possono essere ridotti** in relazione alle aree sostenute dagli elementi pertinenti, attraverso un coefficiente di riduzione α_A :

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{10}{A} \leq 1,0$$

Sono esclusi: magazzini, autorimesse e coperture per usi speciali

ANALOGAMENTE,

per le sole categorie d'uso da A, B, C e D,
e per le strutture verticali (pilastri e setti) di edifici con più di 2
piani i **sovraccarichi** trasmessi **possono essere ridotti** con il
coefficiente α_n dato da:

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n}$$

n = numero di piani

α_A e α_n non possono essere combinati

3.3.1. VELOCITÀ **BASE** DI RIFERIMENTO

$$V_b = V_{b,0} \cdot C_a \quad [3.3.1]$$

$V_{b,0}$ è la velocità base di riferimento al livello del mare, (Tab. 3.3.1)

C_a è il **coefficiente di altitudine** (Tab. 3,3,1)

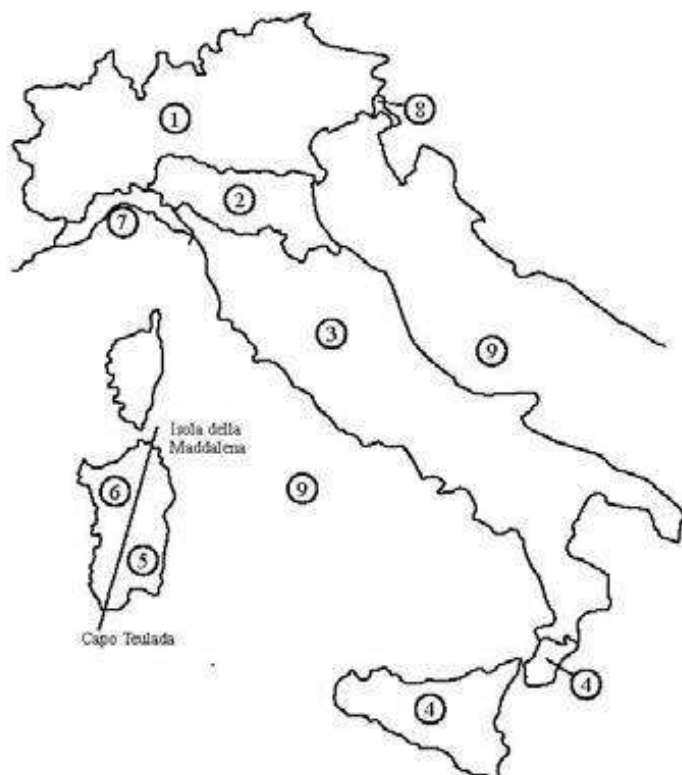
$$C_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$C_a = 1 + k_s \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad a_s < a_0 \leq 1500 \text{ m}$$

a_0 k_s sono parametri di zona (Tab 3,3,1)

a_s parametro di altitudine (Tab 3,3,1)

ZONE DI VENTO



MIT Direzione Generale Dighe
Franco Angotti

57

zona	DESCRIZIONE	NTC 2008 k_s	NTC 2015 k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (senza Trieste)	0,10	0,40
2	Emilia Romagna	0,15	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	0,20	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	0,20	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	0,15	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	0,20	0,36
7	Liguria	0,15	0,54
8	Provincia di Trieste	0,10	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	0,20	0,32

MIT Direzione Generale Dighe
Franco Angotti

58

3.3.2. VELOCITÀ DI RIFERIMENTO

$$V_r = V_b C_r$$

V_b velocità **base** di riferimento

C_r coefficiente di ritorno

$$C_r = 0.75 \sqrt{1 - 0,2 \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

T_R è il periodo di ritorno espresso in anni.

$T_R = 50$ anni, cui corrisponde **$C_r = 1$** .

C_r si calcola per periodi di ritorno

$T_R \geq 5$ anni periodo previsto in sede di progetto ≤ 3 mesi

$T_R \geq 10$ anni periodo previsto in sede di progetto: fra 3 mesi e 1 anno

CALCESTRUZZO

DALLA PRESCRIZIONE AL CONTROLLO IN CANTIERE

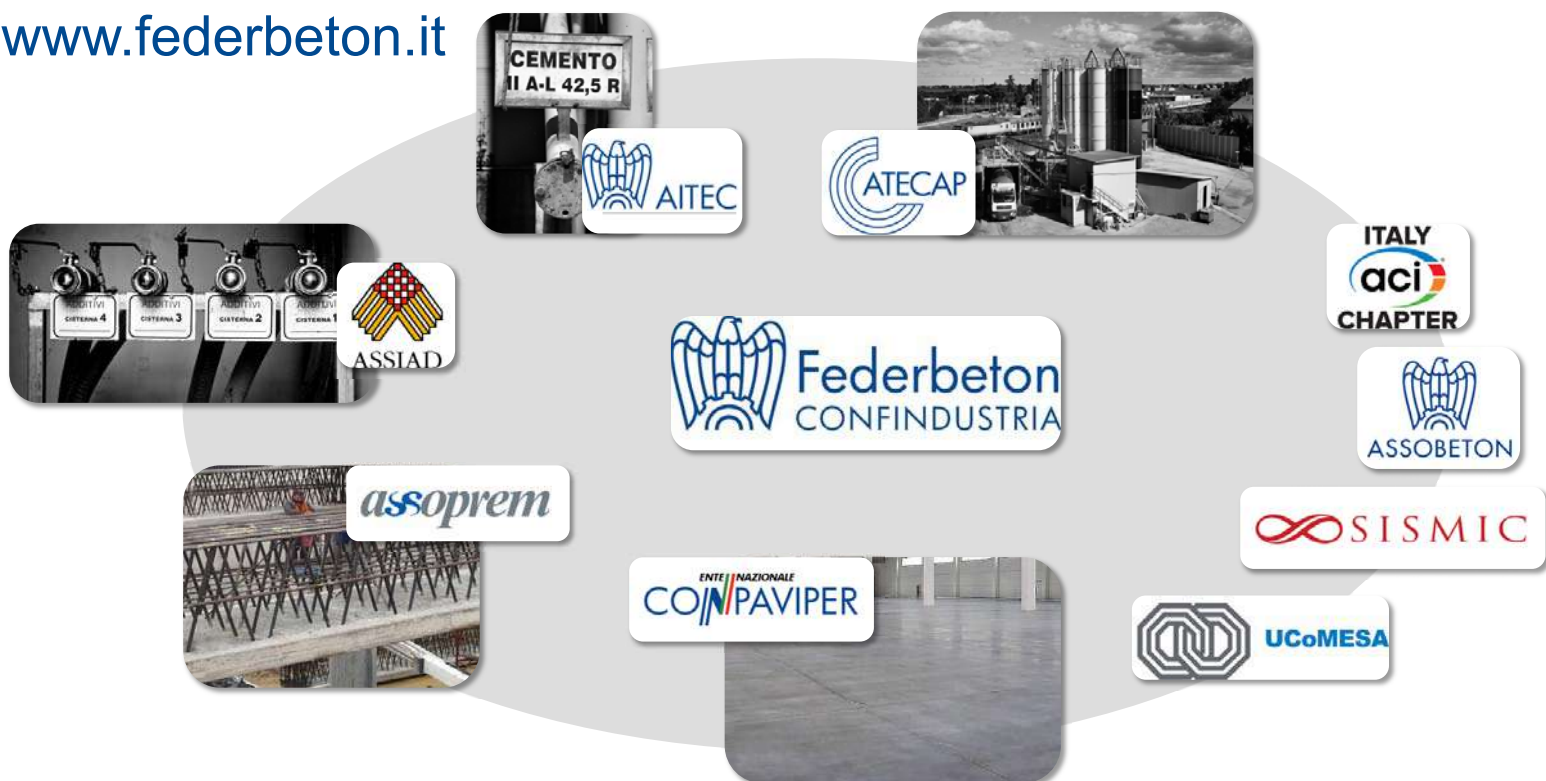
MICHELA POLA, FEDERBETON

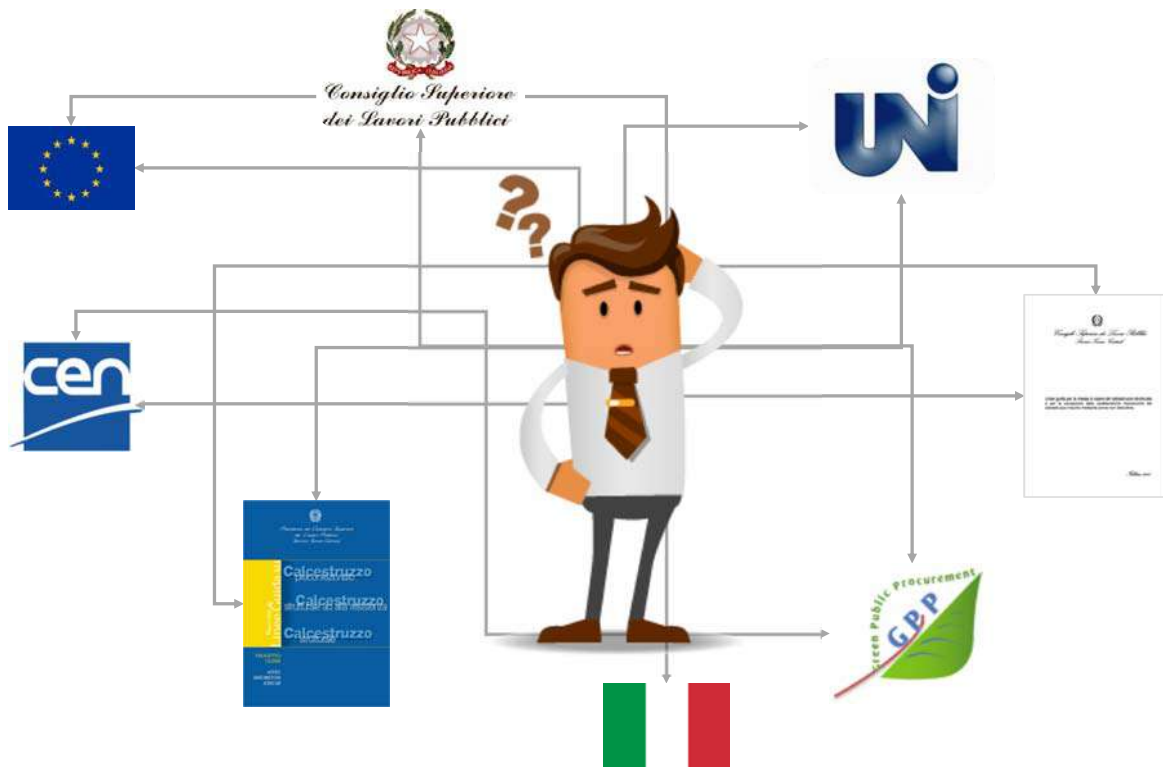
Laureata in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, dopo una esperienza nella PA è entrata nel mondo associativo, occupando il ruolo di referente per la tecnologia e successivamente di coordinatrice dell'area tecnica dell'Atcap. È oggi referente per l'area tecnologie di Federbeton, all'interno della quale segue i temi della sostenibilità e dell'innovazione di prodotti e applicazioni.

Calcestruzzo: dalla prescrizione al controllo in cantiere

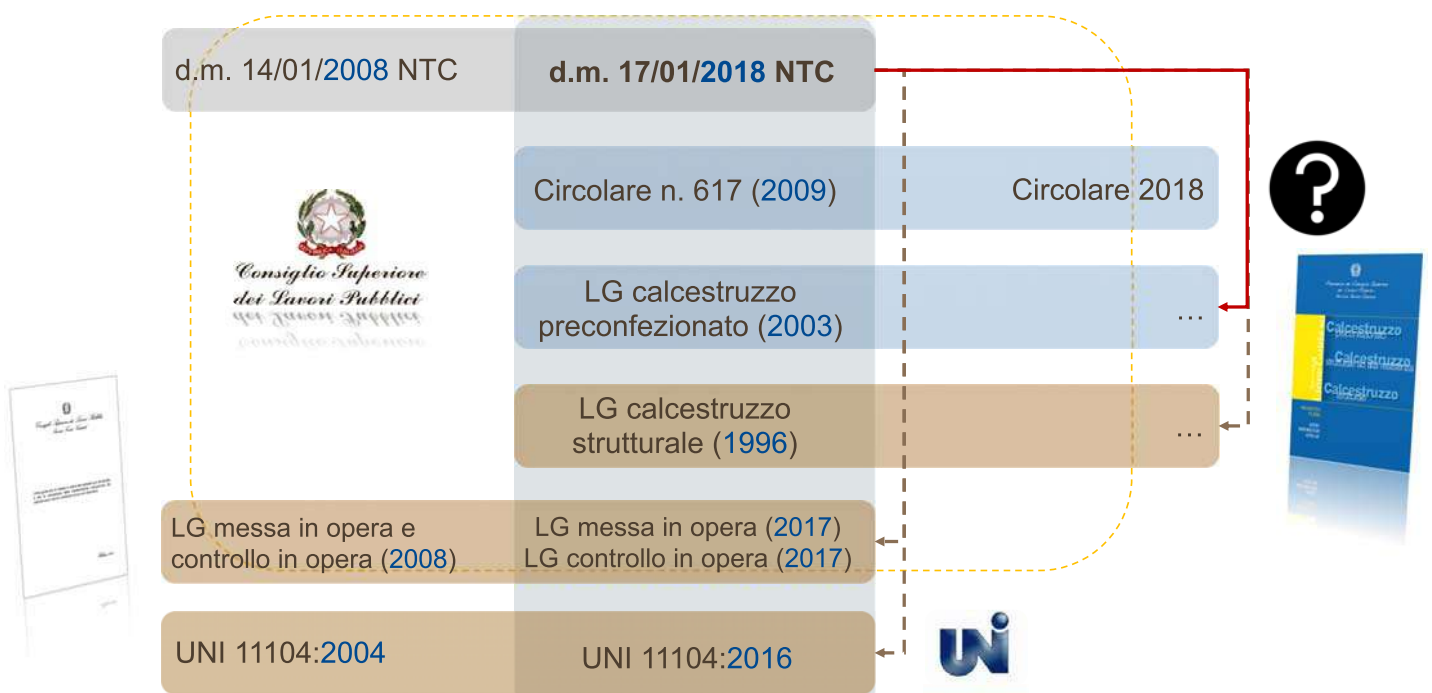
Roma, 3-4 ottobre 2018

www.federbeton.it





LA SITUAZIONE NORMATIVA NAZIONALE



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 PUBBLICAZIONI LEGGE E DECreti - VIA ARCADE 15 - 00187 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E TIPOGRAFICO DELLO STATO - VIA SALARA, 500 - 00186 ROMA - CONTABILITÀ 06-49801 - GIORNATA DELLO STATO 06-49801 - 06-49801

ABBONAMENTI PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E TIPOGRAFICO DELLO STATO - VIA SALARA, 500 - 00186 ROMA - CONTABILITÀ 06-49801 - GIORNATA DELLO STATO 06-49801 - 06-49801
DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONI LEGGE E DECreti - VIA ARCADE 15 - 00187 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E TIPOGRAFICO DELLO STATO - VIA SALARA, 500 - 00186 ROMA - CONTABILITÀ 06-49801 - GIORNATA DELLO STATO 06-49801 - 06-49801

LE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

CAP. 11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE 11.1 GENERALITÀ

I materiali e prodotti ad uso strutturale **devono** essere:

- identificati
- qualificati
- accettati



dal **FABBRICANTE**



dal **DIRETTORE
DEI LAVORI**

A) Marcatura CE

B) **Qualificazione NTC**

C) ETA (valutazione tecnica europea) o CVT (certificato di valutazione tecnica)



11.1 GENERALITÀ

A) Marcatura CE

B) Qualificazione NTC

C) CVT (certificato di valutazione tecnica)



A) Aggregati, cemento, etc.

B) Calcestruzzo (FPC)

C) Calcestruzzo ad alta resistenza (C70/85 e sup.), calcestruzzo fibrorinforzato, etc.



11.1 GENERALITÀ

I materiali e prodotti ad uso strutturale **devono** essere:

▪ identificati

▪ qualificati

▪ accettati



dal **FABBRICANTE**

dal **DIRETTORE DEI LAVORI**



▪ **Documentazione di qualificazione**

▪ Prove di accettazione

▪ Verifica della validità

▪ Verifica dell' idoneità all'uso specifico



11.1 GENERALITÀ



«Al fine di dimostrare l'identificazione, la qualificazione e la **tracciabilità** dei materiali e prodotti per uso strutturale, il **fabbricante**, o **altro eventuale operatore economico** (importatore, distributore o mandatario come definiti ai sensi dell'articolo 2 del Regolamento UE 305/2011)

(...)

è tenuto a fornire **copia** della sopra richiamata documentazione di identificazione e qualificazione (casi A, B o C), **i cui estremi devono essere riportati anche sui documenti di trasporto, dal fabbricante fino al cantiere, comprese le eventuali fasi di commercializzazione intermedia, riferiti alla specifica fornitura.**»

La prescrizione del
calcestruzzo

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.1 SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

La **prescrizione del calcestruzzo** all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante:

- la classe di resistenza
- la classe di consistenza al getto
- il diametro massimo dell'aggregato
- la **classe di esposizione ambientale**, **di cui** alla norma **UNI EN 206:2016**
- **maturazione e posa in opera**, facendo **utile riferimento** a **UNI EN 13670** e **LG messa in opera**
- ~~Composizione~~



NEW

11

05/07/18

CAP. 4 COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI

4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO



Classi di resistenza normalizzate:

2008

Tab. 4.1.I
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
(...)
C90/105

2018

Tab. 4.1.I
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
(...)
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.»

UNI EN 206
UNI 11104

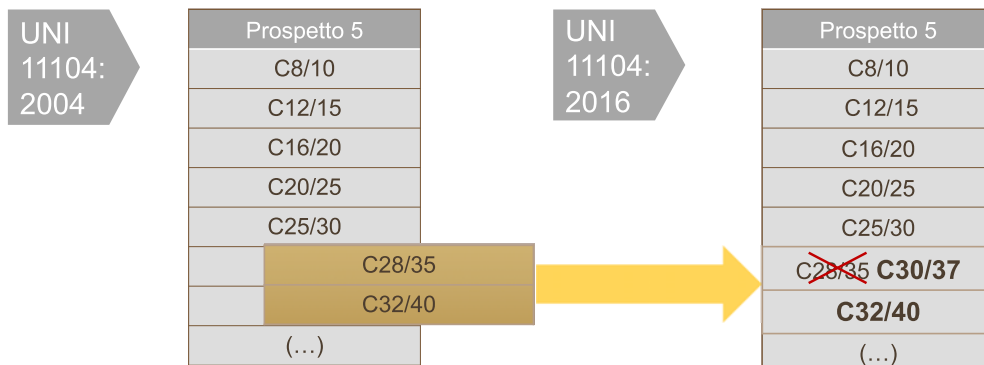
12

05/07/18

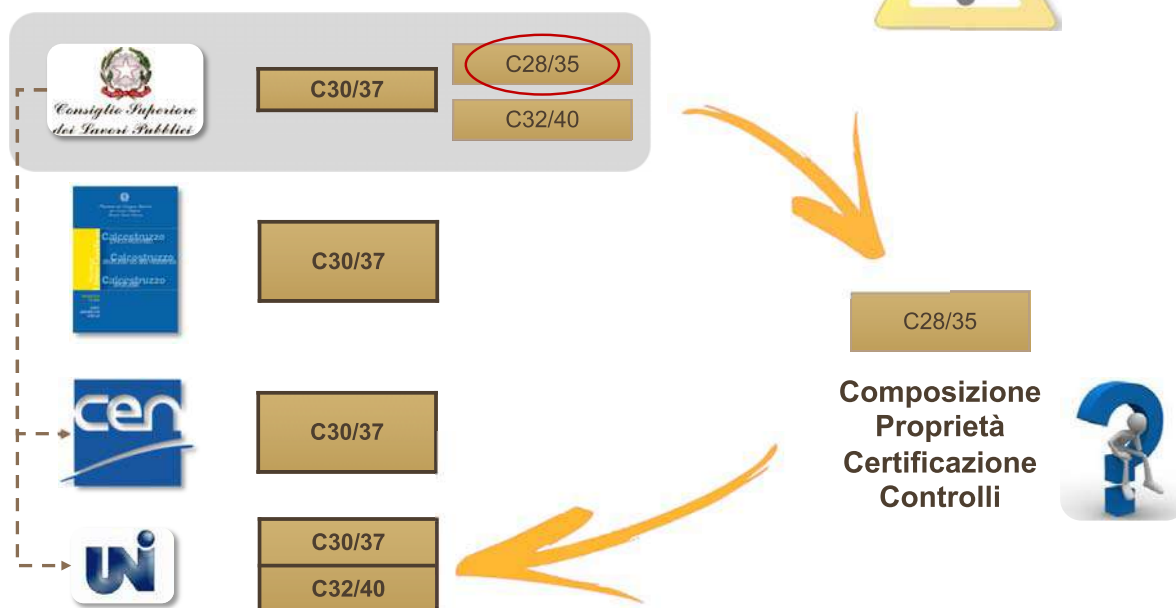
LE CLASSI DI RESISTENZA NELLA UNI 11104



Oltre alle classi di resistenza a compressione riportate nella UNI EN 206 si può prendere in considerazione la classe **C32/40**.



LE CLASSI DI RESISTENZA NELLA NORMATIVA



LA CLASSE C28/35



«Nello specifico della classe di resistenza C28/35, non presente in alcuna delle normative di riferimento indicate nelle NTC, si dovrà considerare **vincolante la classe di esposizione prescritta**, adeguando la scelta della classe di resistenza al valore minimo previsto dalla norma di riferimento.» (Circolare 2018??)

	Classi di esposizione															
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura		Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri			Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti				XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	32/40	35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³) ^{a)}	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)										4,0 ^{d)}						
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare secondo UNI 9156				E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}		

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CEN/TS 12390-9, UNI CEN/TR 15177 o UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. Il valore minimo di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con $D_{app} > 20\text{mm}$; per D_{app} inferiori il limite minimo andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per D_{app} tra 12 mm e 16 mm).

b) Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.

c) Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescritta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.

d) Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minimo di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

UNI 11104:2016 Prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

LA CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE



prospetto 1 Classi di esposizione

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto secco.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa.
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XC1	Secco o permanentemente acquoso	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria bassa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua.
XC2	Acquoso, raramente secco	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni.

11.1 GENERALITÀ

I materiali e prodotti ad uso strutturale **devono** essere:

- identificati
- qualificati



dal **FABBRICANTE**

- accettati

dal **DIRETTORE DEI LAVORI**



- **Documentazione qualificazione**
- Prove di accettazione
- Verifica della conformità
- **Verifica dell'idoneità all'uso specifico**



NEW

I controlli sulle
forniture di
calcestruzzo

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.1 SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

NEW

MISCELA OMOGENEA AI FINI DEL CONTROLLO

(secondo le prestazioni)



medesime caratteristiche prestazionali:

classe di resistenza
classe di esposizione



11.2 CALCESTRUZZO

11.2.1 SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

NEW

MIS

11.2.3. VALUTAZIONE PRELIMINARE

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica...

11.2.5. CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Il controllo di accettazione è eseguito dal Direttore dei Lavori su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1;
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2.

medesime caratteristiche prestazionali:

11.2.8. PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

Per produzioni di calcestruzzo fino a 1500 m³ di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve acquisire, prima dell'inizio della produzione, documentazione relativa ai criteri ed alle prove che hanno portato alla determinazione delle prestazioni di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al § 11.2.3.

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

VALUTAZIONE PRELIMINARE

CONTROLLO DI PRODUZIONE

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

PROVE COMPLEMENTARI

OBIETTIVO DEI CONTROLLI DI QUALITÀ:
garantire che il calcestruzzo rispetti le
prescrizioni definite in sede di progetto

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

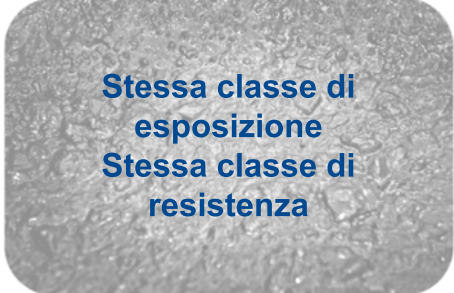
VALUTAZIONE PRELIMINARE

CHI	COSTRUTTORE
QUANDO	PRIMA DELL'INIZIO DELL'OPERA
PERCHÈ	INDIVIDUARE LA MISCELA CON LE PRESTAZIONI RICHIESTE
COME	PROVE PRELIMINARI DI STUDIO DOCUMENTAZIONE

11.2.3 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA

Per ciascuna **miscela omogenea** →

- prove preliminari di studio
- documentazione relativa ai componenti



Stessa classe di
esposizione
Stessa classe di
resistenza

Con **certificazione FPC**:

- documentazione di identificazione, qualificazione e controllo



Il **Direttore dei lavori**, prima dell'inizio dell'opera:

- acquisisce la documentazione relativa alla valutazione preliminare
- accetta le tipologie di calcestruzzo da fornire
- ha la facoltà di richiedere ulteriori prove

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

CONTROLLO DI PRODUZIONE

CHI	PRODUTTORE
QUANDO	DURANTE LA PRODUZIONE
PERCHÈ	VERIFICARE CHE LA PRODUZIONE RISPONDA ALLE PRESCRIZIONI
COME	FPC

Riguarda il **calcestruzzo prodotto con processo industrializzato**.



«Per calcestruzzo confezionato con **processo industrializzato** si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.»

§11.2.8 NTC d.m. 17/01/2018

CONTROLLO DI PRODUZIONE

Controlli che il **produttore** di calcestruzzo effettua per verificare la sua produzione e su cui si basa la **certificazione FPC**.



LG
CLS
PTO

UNI EN 206



CONTROLLO DI PRODUZIONE

- Impianto di produzione tecnologicamente adeguato
- Personale esperto
- Procedure adeguate



11.2 CALCESTRUZZO

11.2.1 SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

- identificati
- qualificati



dal **FABBRICANTE**



~~A) Marcatura CE~~

B) Qualificazione NTC

~~C) ETB (valutazione tecnica europea) o CVT (certificato di valutazione tecnica)~~

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.8 PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

«*Gli impianti devono dotarsi di un **sistema permanente di controllo interno della produzione** allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle presenti norme e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.*»



FACTORY
PRODUCTION
CONTROL



11.2 CALCESTRUZZO

11.2.8 PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

OGGETTO

Produzione di calcestruzzo mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

CHI CERTIFICA

Organismi terzi indipendenti autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

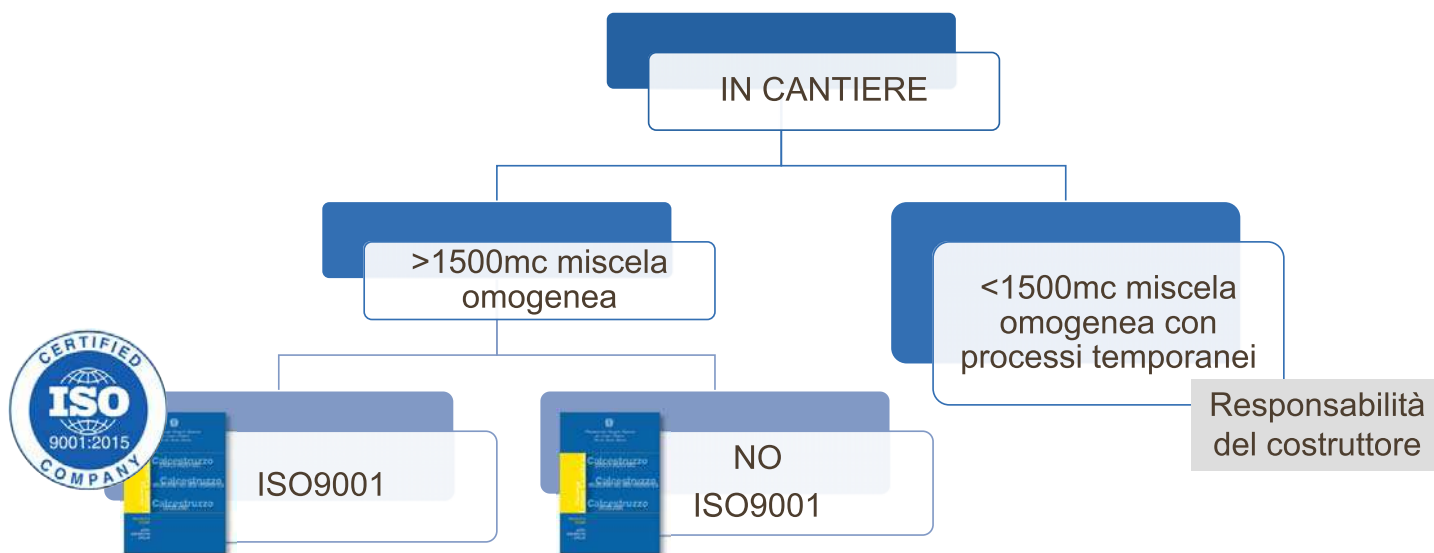
OUTPUT

CERTIFICATO FPC



11.2 CALCESTRUZZO

11.2.8 PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO



CAP. 11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.1 GENERALITÀ

I materiali e prodotti ad uso strutturale **devono** essere:

- identificati
- qualificati
- accettati



dal **FABBRICANTE**

dal **DIRETTORE DEI LAVORI**



- Documentazione di qualificazione
- Prove di accettazione
- Verifica della validità
- Verifica dell'idoneità all'uso specifico



11.2 CALCESTRUZZO

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

CHI	DIRETTORE DEI LAVORI
QUANDO	CONTESTUALMENTE AL GETTO
PERCHÈ	VALUTARE LA RISPONDENZA DEL CALCESTRUZZO FORNITO ALLE PRESCRIZIONI
COME	PRELIEVI IN CANTIERE E SUCCESSIVE (28-45 GG) PROVE SUI CAMPIONI PRELEVATI

11.2.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI

Alla presenza del Direttore dei Lavori o di un suo incaricato al momento del getto:

1. **prelevare** il calcestruzzo per la confezione di due provini cubici
2. **compattare** a rifiuto per strati
3. **identificare** il provino univocamente
4. **lasciare** il calcestruzzo **nella cassaforma** per almeno 16 h, ma non oltre 3 giorni, proteggendolo da urti, vibrazioni e disidratazione, alla temperatura di circa 20 °C
5. **conservare e maturare** i provini, una volta rimossi dalla cassaforma, in ambiente controllato

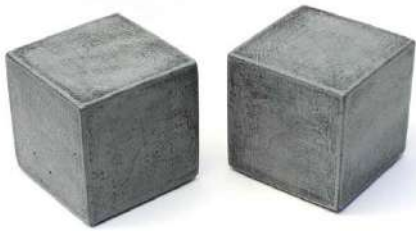
UNI EN
12390-
1:2012

UNI EN
12390-
2:2009



11.2.5 CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

- Obbligatorio
- Sistemático in corso d'opera
- Per ogni miscela omogenea



diff ≤ 20% R_{minima} ✓
 diff > 20% R_{minima} ✗

1500 m³

CONTROLLO DI TIPO A	CONTROLLO DI TIPO B STATISTICO
<ul style="list-style-type: none"> 1 controllo ogni 300 m³ 1 controllo = 3 prelievi almeno 3 prelievi/300 m³ 1 prelievo giornaliero 	<ul style="list-style-type: none"> 1 controllo ogni 1500 m³ almeno 15 prelievi/1500 m³ 1 prelievo giornaliero $(s/R_m) \leq 0,15$
$R_{c,\text{min}} \geq R_{ck} - 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 * s \text{ [N/mm}^2\text{]}$

R_{cm28} valore medio delle resistenze di prelievo;
 $R_{c,\text{min}}$ resistenza di prelievo avente valore minore;
 s scarto quadratico medio di tutte le resistenze di prelievo.

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.5 CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

NEW

- $k=1,48$
- Ruolo del **laboratorio** nell'accettazione dei provini
- Limite per l'esecuzione delle prove (tra il 28° e il 30° giorno e comunque non oltre il 45°) oltre il quale si devono integrare con i **controlli in opera**

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

PROVE COMPLEMENTARI

CHI	DIRETTORE DEI LAVORI
QUANDO	CONTESTUALMENTE AL GETTO
PERCHÈ	STIMARE LA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN CORRISPONDENZA DI PARTICOLARI FASI
COME	COME LE PROVE DI ACCETTAZIONE

Non possono sostituire i controlli di accettazione.

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.6 CONTROLLI DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

11.2.6. CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

La resistenza del calcestruzzo nella struttura dipende dalla resistenza del calcestruzzo messo in opera, dalla sua posa e costipazione, dalle condizioni ambientali durante il getto e dalla maturazione.

Nel caso in cui:

- a) le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure
- b) sorgano dubbi sulle modalità di confezionamento, conservazione, maturazione e prova dei provini di calcestruzzo, oppure
- c) sorgano dubbi sulle modalità di posa in opera, compattazione e maturazione del calcestruzzo, oppure
- d) si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera,

RESPONSABILITÀ

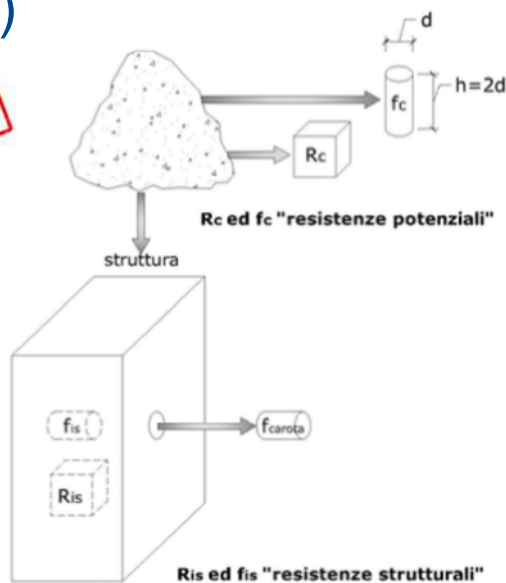
(...)

UNI EN 12504-1, UNI EN 12504-2, UNI EN 12504-3, UNI EN 12504-4. La resistenza caratteristica in situ va calcolata secondo quanto previsto nella norma UNI EN 13791:2008, ai §§ 7.3.2 e 7.3.3, considerando l'approccio B se il numero di carote è minore di 15, oppure l'approccio A se il numero di carote è non minore di 15, in accordo alle *Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo* elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.



LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA (2017)

NEW



«Il valore della resistenza ricavata dalle prove di compressione sui campioni ottenuti per carotaggio (...) deve essere elaborato con **molta prudenza**, in ragione della notevole influenza che diversi fattori hanno sulle caratteristiche delle carote, quali la messa in opera del calcestruzzo indagato, le condizioni di maturazione (di cui già si è detto) e le modalità di prelievo delle stesse carote.»



11.2 CALCESTRUZZO

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

«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**»

«Il **costruttore** resta comunque **responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera**, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori secondo le procedure di cui al par. 11.2.5.»

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.9 COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

UNI EN 197-1
...

UNI EN 934-2

UNI EN 12620
UNI EN 13055

UNI EN 450-1
UNI EN 13263-1

UNI EN 1008:2003

CPR Regolamento (UE) n. 305/2011

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.9.2 AGGREGATI

Tab. 11.2.III

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a. (frammenti di calcestruzzo \geq 90%, UNI EN 933-11:2009)	\leq C20/25	fino al 60%
	\leq C30/37	\leq 30%
	\leq C45/55	\leq 20%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

NEW

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.11 DURABILITÀ

Sceita classe di esposizione



Caratteristiche del calcestruzzo



11.2 CALCESTRUZZO

11.2.11 DURABILITÀ

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		Acqua di mare		Cloruri provenienti da altre fonti														
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45		
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³) ^{a)}	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360			
Contenuto minimo in aria (%)												ii	4,0 ^{b)}					
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfati nei limiti del prospetto 2 della UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{c)}		
a)	Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CEN/TS 12390-9, UNI CEN/TR 15177 o UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. Il valore minimo di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con $D_{app} > 20\text{mm}$; per D_{app} inferiori il limite minimo andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per D_{app} tra 12 mm e 16 mm).																	
b)	Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.																	
c)	Cementi resistenti ai solfati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai solfati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfatica. La classe di resistenza solfatica del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.																	
d)	Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minimo di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.																	

11.2 CALCESTRUZZO

11.2.12 CALCESTRUZZO FIBRORINFORZATO (FRC)

NEW

- fibre marcate CE



- valutazione preliminare (§ 11.2.3) con determinazione dei valori di resistenza a trazione residua fR1k per lo Stato limite di esercizio e fR3k per lo Stato limite Ultimo



- Qualificazione **CVT (certificato di valutazione tecnica)** e progettazione secondo le specifiche disposizioni emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici



MEMO PER IL DIRETTORE DEI LAVORI

Prima dell'inizio della fornitura:

- Verificare la **certificazione FPC** dell'impianto di provenienza
- Verificare la rispondenza delle informazioni contenute nel documento di trasporto (**DDT**) con le specifiche, nonché la rispondenza del numero di certificato indicato sul DDT con quello dell'impianto.

IL CERTIFICATO FPC

Verificare lo stato di validità con un primo controllo sul portale sicurnet2.cslp.it e poi contattando l'istituto di certificazione

The screenshot shows the SICURNET.2 website interface. At the top, there is a logo for SICURNET.2 and the text 'Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale'. Below this, there is a search bar labeled 'Ricerca Azienda:'. The main section is titled 'Ricerca Certificati' with a sub-link 'Torna indietro'. There are several search filters: 'Azienda:' (text input), 'Tipo azienda:' (dropdown menu with 'Calcestruzzo' selected), 'Numero certificato:' (text input), 'Regione Azienda:' (dropdown menu with 'Seleziona...' selected), and 'Stato di validità:' (dropdown menu with 'Seleziona...' selected). At the bottom of the search area are 'Cerca' and 'Cancella' buttons. The footer includes the European Union flag, the Italian flag, and the text 'MINISTERO DELL'INTERNO PON SICUREZZA'.

The image shows a 'CERTIFICATO DEL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA' for precast concrete. The document is titled 'CERTIFICATO DEL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA' and is issued by the 'Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale'. It certifies the production control of 'Calcestruzzo Preconfezionato prodotto con processo industrializzato'. The document includes fields for the certifying body's name and number, the producer's name, the plant name, and the date of first emission. It also states that the certificate remains valid as long as the conditions are not significantly modified. The document is signed by an authorized person.

IL DDT

Oltre alle informazioni anagrafiche e fiscali contiene **informazioni sulla fornitura** tra le quali:

il **numero del Certificato FPC** (univoco) che deve corrispondere con la copia conforme in possesso dell'impresa e/o della Direzione dei Lavori

The image shows a 'DOCUMENTO DI TRASPORTO (D.P.R. 14/08/1996 n. 472)' form. The form is divided into several sections. The top section contains fields for 'Data', 'Numero colla', 'Spazio esterno dei beni' (with 'SPEDIO A VISTA' selected), and 'Causale del trasporto' (with 'VENUTA' selected). The middle section contains fields for 'Impianto' (with 'POGGIO 2' selected), 'Codice' (with '40' selected), 'Veicolo / Conducente' (with '86' selected), and 'TRASPORTO A CARRA DI: Veicolo'. The bottom section is titled 'CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CALCESTRUZZO' and contains a table with columns for 'Descrizione del prodotto', 'Classe di prestazione', 'Classe di resistenza', 'Classe di consistenza', 'Diametro massimo', 'Classe di associazione', 's.m.', 'Quantità', and 'Fino (gr)'. The table contains the following data: 'R20S18R1', 'R20', '32,5', 'S4', '18', 'UC1', 'MC', '12,00'. Below the table, there is a red circle around the text: 'Utilizzo acqua pozzo per cls strutturali; CONTROLLO DEL PROCESSO DI PRODUZIONE CERTIFICATO SECONDO D.M. 14/09/05 CERT. N. 0925 MTC C a 29/2007 RIL. IL 30/04/07 DA TECNO PROVE'. The bottom right section contains fields for 'Altri prodotti o componenti aggiuntivi', 'Firma', 'Codice', 'N°', and 'm³'.

<GRAZIE>

mpola@federbeton.it

ELEMENTI PREFABBRICATI

ACCETTAZIONE IN CANTIERE

ALESSANDRA RONCHETTI, ASSOBEON

Laureata in Ingegneria al Politecnico di Milano. Collabora con Assobeton dal 1994, occupandosi di normativa tecnica nazionale ed europea. Dal 2002 è segretario del gruppo CEN che redige le norme per la marcatura CE dei prodotti strutturali in calcestruzzo. Dal 2009 è segretario della Commissione Prefabbricati della fib. Componente di diversi gruppi di lavoro UNI. Dal 2017 è componente del Consiglio Direttivo AICAP.



VERIFICA DELLE STRUTTURE, CONTROLLO IN CANTIERE E VALUTAZIONE DEI PROGETTI

Le novità delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018

Elementi prefabbricati: accettazione in cantiere

Alessandra Ronchetti - ASSOBETON

Roma, 3 ottobre 2018

CPR e NTC

	CPR	NTC
Prodotti per uso strutturale	Marcatura CE (Caso A NTC)	Caso B
Prodotti NON strutturali	Marcatura CE	-

DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n. 106

Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la Direttiva 89/106/CEE

Roma, 3 ottobre 2018

DLgs 106/2017

Art. 20 Violazione degli obblighi di impiego dei prodotti da costruzione

*Costruttore, DL, direttore dell'esecuzione, collaudatore
che utilizzi prodotti non conformi a art. da 4 a 10 del CPR (comma 1)*

Sanzione amministrativa da 4.000 a 24.000 Euro

Per prodotti strutturali o antincendio arresto fino a 6 mesi
ammenda da 10.000 a 50.000 Euro

Progettista

*che prescrive prodotti non conformi a **NTC + art. 15 DLgs 139 +**
art. da 4 a 10 del CPR (comma 2)*

Sanzione amministrativa da 2.000 a 12.000 Euro

Per prodotti strutturali o antincendio arresto fino a 3 mesi
ammenda da 5.000 a 25.000 Euro

Roma, 3 ottobre 2018

Cap. 11 Materiali e prodotti per uso strutturale

- 3 modalità di qualificazione
 - Caso A se esiste norma europea citata in GUUE
Marcatura CE prevista dal Regolamento Prodotti da Costruzione
Impiego possibile **solo se** corredati da Dichiarazione di Prestazione
 - Caso B
Qualificazione con modalità e procedure NTC
 - Caso C
Marcatura CE su base **Valutazione Tecnica Europea** o
Certificato di Valutazione Tecnica rilasciato da Consiglio Superiore
- + 4a modalità
Possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche se il livello di sicurezza è equivalente a quello delle NTC. L'equivalenza è accertata attraverso procedure stabilite dal STC, sentito il Consiglio Superiore

Roma, 3 ottobre 2018

Cap. 11.1 Generalità – Compiti fabbricante

- Il fabbricante (o importatore, distributore, mandatario)
è tenuto a fornire copia della *documentazione* di identificazione e qualificazione (in tutti i casi - A, B, C)
gli estremi **devono essere riportati sui documenti di trasporto**, dal fabbricante fino al cantiere

- *Documentazione*
Marcatura CE (Caso A e C) – marcatura, Dichiarazione di Prestazione, se ritenuto necessario copia del Certificato rilasciato da Organismo Notificato
NO Marcatura CE (Caso B e C) – Attestato o Certificato di Valutazione Tecnica (o vecchio Certificato di idoneità Tecnica, fino a scadenza)

Roma, 3 ottobre 2018

Cap. 11.1 Generalità – Compiti fabbricante

- Il fabbricante
 - assume la responsabilità della **conformità** del prodotto alle prestazioni dichiarate
 - deve dotarsi di adeguate procedure di **controllo di produzione in fabbrica** (FPC) **documentate** sistematicamente e messe a disposizione degli enti di controllo

«Qualora il fabbricante non sia stabilito sul territorio dell'Unione Europea, dovrà nominare un **mandatario** stabilito sul territorio dell'Unione autorizzato ad agire per conto del fabbricante in relazione ai compiti indicati nel mandato, nel rispetto dell'articolo 12 del Regolamento (UE) n. 305/2011.»

Roma, 3 ottobre 2018

Cap. 11.1 Generalità – Compiti DL

- Il DL deve richiedere copia della documentazione e verificare, **prima dell'installazione**
 - la corrispondenza dei prodotti a quanto dichiarato in documentazione
 - l'idoneità all'uso specifico mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile e dai documenti progettuali

«La mancata rispondenza alle prescrizioni sopra riportate comporta il divieto di impiego del materiale o prodotto.»

Nell'ambito della *Relazione a struttura ultimata* (art. 65 DPR 380) il DL predispone una sezione specifica, relativa a controlli e prove di accettazione su materiali e prodotti strutturali, dando **evidenza documentale** di identificazione e qualificazione materiali e prodotti, di prove accettazione e di eventuali ulteriori valutazioni sulle prestazioni.

Roma, 3 ottobre 2018

Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.

Caso B

Elementi qualificati con modalità e procedure NTC - Cap. 11.8

Roma, 3 ottobre 2018

C.11.8 Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. (Circ. NTC 2008)

La procedura di qualificazione degli elementi prefabbricati comprende anche le fasi intermedie di produzione, quali quelle di produzione del calcestruzzo e di lavorazione dei ferri di armatura; nel caso degli elementi prefabbricati di produzione occasionale sono richiesti tutti i controlli prescritti nei §§ 11.1 e 11.3 delle NTC.

Laddove il produttore di elementi prefabbricati commercializzi direttamente anche il calcestruzzo prodotto con processo industrializzato ovvero ferri di armatura lavorati, allora dovranno essere applicate, per tali lavorazioni, distinte procedure di qualificazione relative alla produzione del calcestruzzo con processo industrializzato (§11.2.8 delle NTC) ed ai centri di lavorazione di elementi in acciaio (§11.3.1.7 delle NTC).

Roma, 3 ottobre 2018

Cap. 11.2 Calcestruzzo

- Controlli tipo B – cambia valore fattore probabilità

$$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$$

- Cap. 11.2 Aumentata la percentuale di utilizzo di materiale riciclato (Tab. 11.2.III)

Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

- Aggiunto 11.2.12 Calcestruzzo fibrorinforzato (con fibre acciaio e polimeriche marcate CE secondo EN 14889)
per qualificazione materiale e progettazione strutture ci si dovrà riferire a specifiche disposizioni emanate dal Cons. Sup. LLPP

Roma, 3 ottobre 2018

Cap. 11.3 Acciaio

- Documenti accompagnamento (tutti gli acciai) (11.3.1.5)
 - non marcati CE
 - Attestato qualificazione STC
 - Certificato di controllo interno tipo 3.1 (da EN 10204)
 - marcati CE
 - Dichiarazione di Prestazione
 - Marcatura CE
 - Certificato di controllo interno tipo 3.1 (da EN 10204)

con riferimenti riportati sui documenti di trasporto

- Per elementi presaldati, presagomati, preassemblati (11.3.1.7) **anche**
 - attestazione inerente prove di controllo interno
 - dichiarazione contenete riferimenti a documentazione fabbricante

Roma, 3 ottobre 2018

Cap. 11.8 Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.

Caso A - Prodotti con marcatura CE

- hanno assolto i requisiti di cui al *deposito* ai sensi art. 58 DPR 380,
- devono rispettare *ove applicabili e per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate* §11.8.2 (requisiti minimi impianti), §11.8.3.4 (marchiatura) e §11.8.5 (documenti accompagnamento)
- resta l'obbligo di adempimenti presso ufficio territoriale competente
- 3 metodi marcatura

Caso B - Prodotti non soggetti a marcatura CE

- serie dichiarata, serie controllata, occasionale
- devono essere realizzati attraverso processi sottoposti a sistema di **controllo della produzione** (anche quelli occasionali !)

Roma, 3 ottobre 2018

Produzione di serie

prodotti in stabilimenti **permanenti**, con processi **industrializzati**
sotto responsabilità e vigilanza **Direttore Tecnico Stabilimento**

- **serie dichiarata – tipologia ricorrente** (serie tipologica o ripetitiva)
deposito documentazione tecnica (produzione e progetto) presso STC
per serie tipologica documentazione tecnica a ufficio regionale
per serie ripetitiva estremi deposito a ufficio regionale
- **serie controllata – assetti strutturali non consueti**
calcestruzzi speciali o $C > 45/55$
spessori ridotti (< 40 mm)
modelli di calcolo non previsti da NTC
necessaria **autorizzazione** alla produzione e
prove su prototipi al vero, portati fino a rottura

Roma, 3 ottobre 2018

Produzione occasionale

componenti senza presupposto ripetitività tipologica
prodotti in stabilimenti **permanenti o temporanei**
sotto la vigilanza del **Direttore dei Lavori dell'opera**

- nessun deposito
- prove sui calcestruzzi per ogni giorno di produzione effettuate da laboratori autorizzati (tipo A)
- prove sugli acciai da 11.3
- gli elementi devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione certificato da ente terzo
- stessi documenti di accompagnamento

Roma, 3 ottobre 2018

11.8.3.1 CONTROLLO SUI MATERIALI PER ELEMENTI DI SERIE

- Controllo continuo del calcestruzzo con apparecchiature tarate da laboratori (art. 59 DPR 380) o «organismi terzi di taratura appositamente accreditati»
- Resistenza caratteristica secondo metodo controllo tipo B
- **Aggiunto** controlli su acciai
 - in ingresso - controllo documentale
 - dopo piegatura prova su 3 campioni ogni 90 ton o 1 volta al mese secondo EN ISO 15630-1 - assenza cricche
 - dopo saldatura prove definite in FPC
 - dopo raddrizzamento prova a trazione su 3 campioni ogni 10 rotoli presso laboratori art. 59

Roma, 3 ottobre 2018

11.8.3.1 CONTROLLO SUI MATERIALI PER ELEMENTI DI SERIE

- Chiarito che questi controlli **non** si applicano in caso di marcatura CE

11.8.4 PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE

- Qualificazione dello stabilimento
- Qualificazione della produzione
 - Serie dichiarata – STC rilascia **Attestato** valido 5 anni (erano 3)
 - Serie controllata – STC rilascia **Certificato di valutazione tecnica** valido 5 anni (erano 3)

Roma, 3 ottobre 2018

Cap. 11.8 Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.

11.8.5 DOCUMENTI DI ACCOMPAGNAMENTO

“In assenza di questi documenti il DL è tenuto a rifiutare le forniture”

- disegni d'assieme
- caratteristiche dei materiali per unioni e opere di completamento
- istruzioni di montaggio, movimentazione e posa
- istruzioni per impiego e manutenzione
- *certificato d'origine + copia dell'attestato dell'STC*
- estratto del registro di produzione (prove interne) e *copia dei certificati delle prove effettuate da laboratorio ufficiale su cls*
- marchiatura indelebile sui manufatti
- elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.)

11.8.6 DISPOSITIVI MECCANICI DI COLLEGAMENTO

- Qualificati secondo Caso A o C cap. 11.1
- In presenza di azioni sismiche devono garantire prestazioni di 7.4.5.2

Roma, 3 ottobre 2018

Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.

Caso A

Elementi marcati CE

Entrata in vigore della marcatura CE

9.3.2018

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

C 92/139

Comunicazione della Commissione nell'ambito dell'applicazione del regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio

(Pubblicazione di titoli e riferimenti di norme armonizzate ai sensi della normativa dell'Unione sull'armonizzazione)

In caso di conflitto, le disposizioni di cui al regolamento (UE) n. 305/2011 prevalgono su quelle delle norme armonizzate.

(Testo rilevante ai fini del SEE)

(2018/C 092/06)

OEN ⁽¹⁾	Riferimento e titolo della norma (c documento di riferimento)	Riferimento della norma sostituita	Data di entrata in vigore della norma in quanto norma armonizzata	Data di scadenza del periodo di coesistenza
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
CEN	EN 1:1998 Stufe alimentate a olio con bruciatori a vaporizzazione		1.1.2008	1.1.2009
	EN 1:1998/A1:2007		1.1.2008	1.1.2009

Roma, 3 ottobre 2018

Marcatura CE

EN 13225 Elementi lineari	(1/9/2005 – 1/9/2007)
EN 13224 Elementi nervati	(1/9/2005 – 1/9/2007)
EN 13693 Elementi per coperture	(1/6/2005 – 1/6/2007)
EN 12794 Pali da fondazione	(1/1/2006 – 1/1/2008)
EN 1168 Lastre alveolari	(1/3/2006 – 1/3/2008)
EN 13747 Lastre tralicciate	(1/5/2006 – 1/5/2008)
EN 14991 Elementi di fondazione	(1/1/2008 – 1/1/2009)
EN 14843 Scale	(1/1/2008 – 1/1/2009)
EN 14992 Elementi da parete	(1/1/2008 – 1/5/2010)
EN 15037 Solai a travetti e blocchi	(1/1/2010 – 1/1/2011)
EN 13978 Box per garages	(1/3/2006 – 1/3/2008)
EN 14844 Elementi scatolari	(1/5/2007 – 1/5/2008)
EN 15050 Elementi per ponti	(1/2/2008 – 1/2/2009)
EN 15258 Muri di sostegno	(1/1/2010 – 1/1/2011)
EN 1317-5 Barriere di sicurezza	(1/4/2009 – 1/1/2011)

Roma, 3 ottobre 2018

Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p.

Marcatura CE secondo norma armonizzata di prodotto

+

EN 13369 Regole comuni per i prodotti prefabbricati in calcestruzzo

- non armonizzata (non ha allegato ZA)
- di riferimento per le norme specifiche
 - = prescrizioni valide per tutti i prodotti
- parti richiamate da norme di prodotto diventano armonizzate

Roma, 3 ottobre 2018

EN 13369 Regole comuni

- | | |
|---------------------------|------------------------------------|
| 1 CAMPO DI APPLICAZIONE | A COPRIFERRI |
| 2 RIFERIMENTI NORMATIVI | B CONTROLLI CLS |
| 3 TERMINI E DEFINIZIONI | C COEFFICIENTI DI SICUREZZA |
| 4 REQUISITI | D SCHEMI DI ISPEZIONE (FPC) |
| 4.1 DEI MATERIALI | E VERIFICHE ENTE TERZO |
| 4.2 DI PRODUZIONE | F PROVA ASSORBIMENTO ACQUA |
| 4.3 DEI PRODOTTI FINITI | G FATTORI CORRELAZIONE |
| 5 METODI DI PROVA | H MISURAZIONE DIMENSIONI |
| 6 VALUTAZ. COST. PRESTAZ. | I PERDITE PRECOMPRESSIONE |
| 7 MARCATURA | J DOCUMENTAZIONE TECNICA |
| 8 DOCUMENTAZ. TECNICA | K BARRE INDENTATE |
| | L RESISTENZA AL FUOCO |
| | M PROVE DI TIPO |
| | N AGGREGATI RICICLATI |

Roma, 3 ottobre 2018

EN 13369 – Annex D (FPC)

Controlli su

1 – attrezzature

impianto betonaggio, casseforme, precompressione

2 – materie prime

se qualificate solo controllo documentale

3 – processo

lavorazioni raddrizzatura, piegatura, saldatura
produzione calcestruzzo

4 - prodotto finito

tolleranze dimensionali, aspetto

Roma, 3 ottobre 2018

Controlli sulle materie prime

D.2 Ispezione dei materiali

prospetto D.2 Ispezione dei materiali

	Oggetto	Metodo	Scopo	Frequenza
D.2.1 - Tutti i materiali				
1	Tutti i materiali	Ispezione prima dello scarico del documento di consegna e/o dell'etichetta sull'imballaggio che dimostri la conformità all'ordine ^{b)}	Valutare che la partita corrisponda a quanto ordinato e provenga dalla provenienza corretta	Ad ogni consegna
D.2.2 - Materiali non sottoposti a una valutazione di conformità prima della consegna^{c)}				

Roma, 3 ottobre 2018

Controlli sul processo - cls

prospetto D.3 Ispezione del processo

	Oggetto	Metodo	Scopo	Frequenza
D.3.1 - Calcestruzzo^{a)}				
1	Composizione della miscela (eccetto il contenuto d'acqua)	- Visivo sull'attrezzatura di pesatura - Controllo in base ai documenti di produzione	Conformità alla composizione prevista (peso o dosaggio volumetrico)	- Giornaliera per ogni composizione utilizzata - Dopo ogni variazione
2		Analisi appropriata	Conformità ai valori della miscela previsti (solo dosaggio volumetrico)	Mensile per ogni composizione utilizzata
3	Contenuto d'acqua nel calcestruzzo fresco	Metodo appropriato	Fornire dati per il rapporto acqua/cemento	- Giornaliera per ogni composizione utilizzata - Dopo ogni variazione - In caso di dubbio
4	Contenuto di cloruri nel calcestruzzo	Calcolo	Garantire che non sia superato il contenuto massimo di cloruri	In caso di un aumento nel contenuto di cloruri dei componenti
5	Rapporto acqua/cemento del calcestruzzo fresco	Calcolo (vedere punto 5.4.2 della EN 206-1:2000)	Valutare il rapporto acqua/cemento specificato	Giornaliera, se specificata
6	Contenuto d'aria del calcestruzzo fresco quando specificato ^{b)}	Prova secondo la EN 12350-7 per il calcestruzzo normale e pesante, alla ASTM C 173 per il calcestruzzo leggero	Valutare la conformità al contenuto specificato di aria aggiunta	Primo impasto di ogni giorno di produzione fino alla stabilizzazione dei valori
7	Miscela di calcestruzzo	Controllo visivo	Miscelazione corretta	Giornaliera per ogni betoniera
8	Resistenza potenziale	Prove secondo il punto 5.1.1	Valutare la conformità al valore previsto ^{c)}	Giornaliera per ogni tipo di calcestruzzo ^{f)}

Roma, 3 ottobre 2018

Controlli sul processo - acciaio

	Oggetto	Metodo	Scopo	Frequenza
D.3.2 - Altri oggetti di processo^{a)}				
1	Armatura e possibili inserti di sollevamento	Ispezione visiva ^{b)}	Conformità al tipo richiesto, quantità, forma, dimensioni e posizione	Giornaliera
2		Misurazione ^{b)}		In base al prodotto e/o al processo
3	Saldatura	Ispezione visiva	Qualità delle saldature	Giornaliera
4		Metodo/i di prova appropriato/i	Conformità dell'acciaio saldato (vedere punto 4.2.3.1)	In base al prodotto e/o al processo
5	Raddrizzatura	Ispezione visiva	Qualità della raddrizzatura	Giornaliera
6		Metodo/i di prova appropriato/i	Conformità dell'acciaio raddrizzato (vedere punto 4.2.3.1)	In base al prodotto e/o al processo
7	Casseforme e banchi	Ispezione visiva	Pulizia e presenza di olio	Giornaliera
8			Controllo di usura e deformazione	In funzione del materiale di getto e della frequenza di utilizzo
9			Misurazione	Determinazione delle dimensioni
10	Precompressione	Misurazione della forza o dell'allungamento	Forza corretta (vedere punto 4.2.3.2)	In base al prodotto e/o al processo

Roma, 3 ottobre 2018

Controlli sul prodotto finito - EN 13225 Elementi lineari

prospetto 1 Ispezione dei prodotti finiti

Oggetto	Aspetto	Metodo	Frequenza	Registrazione
Cavi di pretensionamento	Scorrimento iniziale ^{a)}	Misuratore a calibro	3 cavi di una trave ogni settimana	Annotazione nel modulo di registrazione
Elementi	Finitura superficiale	Ispezione visiva	Ogni elemento	Annotazione di imperfezioni
Elementi	Lunghezza totale	Vedere punto 5.2	1 elemento ogni 10 oppure 1 per ogni pista	Annotazione nel modulo di registrazione
Elementi	Inflessione verticale "v" (inflessione) ^{b)}	Vedere punto 5.2	almeno 1 ogni mese	Annotazione nel modulo di registrazione
Elementi	Altre tolleranze geometriche	Vedere punto 5.2	almeno 1 ogni mese per ogni pista	Annotazione nel modulo di registrazione
a) Lo scorrimento (accorciamento dell'acciaio rispetto alla superficie del calcestruzzo) deve essere limitato ai valori riportati nel punto 4.2.3.2.4 della EN 13369:2004.				
b) Vedere punto 4.3.1.1.4 e figura 1.				

Roma, 3 ottobre 2018

Marcatura CE

3 metodi di marcatura CE:

- Metodo 1 – dichiarazione caratteristiche geometriche e proprietà dei materiali
- Metodo 2 – dichiarazione delle proprietà del prodotto (requisiti 1 e 2) valutate con Eurocodici e appendici nazionali
- Metodo 3 – dichiarazione (requisiti 1 e 2) basata su altra norma (es. NTC)

Roma, 3 ottobre 2018



Table ZA.1 — Relevant clauses for floor plates

Essential characteristics		Requirement clauses in this standard	Levels and/or class(es)	Notes and unit
Compressive strength (of concrete)	All methods	4.2 Production requirements	None	N/mm ²
Ultimate tensile and tensile yield strength (of steel)	All methods	4.1.3 Reinforcing steel 4.1.4 Prestressing steel of EN 13369:2004	None	N/mm ²
Mechanical resistance	Method 1	Information listed in ZA.3.2	None	Geometry and materials
	Method 2	4.3.3 Mechanical resistance	None	kNm, kN, kN/m
	Method 3	4.3.3 Mechanical resistance	None	Design specification
Resistance to fire (for load bearing capacity)	Method 1	Information listed in ZA.3.2	R	Geometry and materials
	Method 2	4.3.4 Resistance to fire	R	Min
	Method 3	4.3.4 Resistance to fire	R	Design specification
Airborne sound insulation index and impact noise transmission index	All methods	4.3.5 Acoustic properties	None	dB
Detailing	All methods	4.3.1 Geometrical properties	None	mm
		8 Technical documentation		/
Durability	All methods	4.3.7 Durability	None	Ambient conditions

Roma, 3 ottobre 2018



Esempi di etichette

CE

0123
AnyCo Ltd, PO Bx 21, B-1050
08
0123-CPD-0456

EN 13747
Floor plates for floor systems
REINFORCED FLOOR PLATES

Concrete:
Compressive strength..... $f_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$

Reinforcing steel:
Ultimate tensile strength..... $f_{tk} = 580 \text{ N/mm}^2$
Tensile yield strength..... $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

$L = 6\,000 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$
 $B = 2\,500 \text{ mm} -5/+10 \text{ mm}$
 $t = 50 \pm 5 \text{ mm}$
6 lattice girders 165 mm height
(2+1 $\varnothing 8$ long. + 2 \varnothing diag.)

For detailing and durability see Technical Information
Technical Information:
Product Catalogue ABC : 2002- clause ii

CE

0123
AnyCo Ltd, PO Bx 21, B-1050
08
0123-CPD-0456

EN 13747
Floor plates for floor systems
REINFORCED FLOOR PLATES

Concrete:
Compressive strength..... $f_{ck} = x \text{ N/mm}^2$

Reinforcing steel:
Ultimate tensile strength..... $f_{tk} = yyy \text{ N/mm}^2$
Tensile yield strength..... $f_{yk} = zz \text{ N/mm}^2$

Mechanical ultimate strength (design values):
Bending moment capacity
(in critical sections).....mmm kNm
Shear capacity
(in critical sections).....vvv kN

Material safety factors applied in strength calculation:
For concrete..... $\gamma_c = z,zz$
For steel..... $\gamma_s = x,xx$

Resistance to fire RRXX for $\eta_s = 0,xx$
.....RYY for $\eta_s = 0,yy$

For geometrical data, detailing, durability, acoustic insulation parameters, possible complementary information on fire resistance and other NDPs see the Technical documentation
Technical Documentation:
Position Numberxxxxxx

CE

0123
AnyCo Ltd, PO Bx 21, B-1050
08
0123-CPD-0456

EN 13747
Floor plates for floor systems
PRESTRESSED FLOOR PLATES

Concrete:
Compressive strength..... $f_{ck} = xx \text{ N/mm}^2$

Reinforcing steel:
Ultimate tensile strength..... $f_{tk} = yyy \text{ N/mm}^2$
Tensile yield strength..... $f_{yk} = zzz \text{ N/mm}^2$

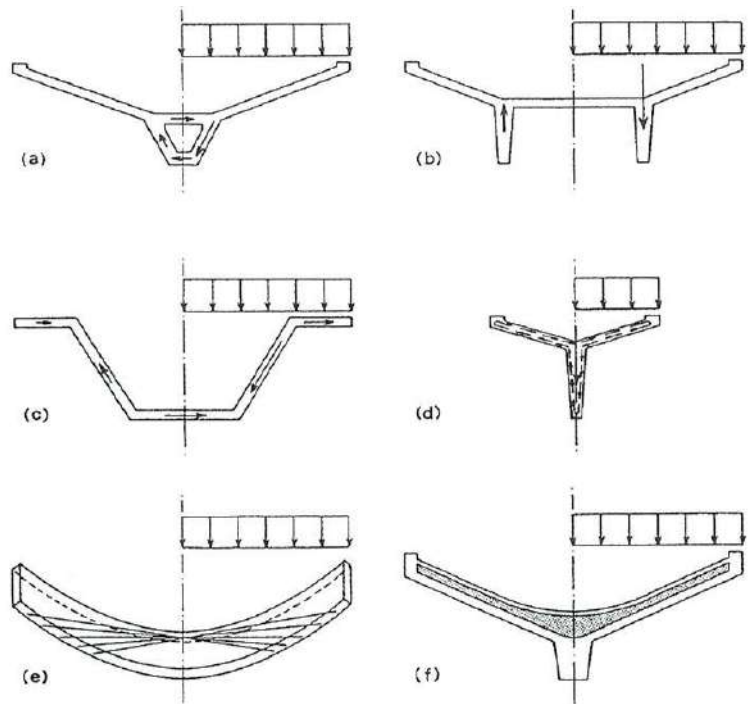
Prestressing steel:
Ultimate tensile strength..... $f_{pk} = uuu \text{ N/mm}^2$
Tensile 0,1 % proof-stress..... $f_{p0,1k} = www \text{ N/mm}^2$

For geometrical data, detailing, mechanical strength, fire resistance, acoustic insulation parameters and durability see the design specifications
Design Specification provided by the client:
Reference(file number)

Roma, 3 ottobre 2018

EN 13693 Elementi speciali per coperture

Tipi di elementi e comportamento

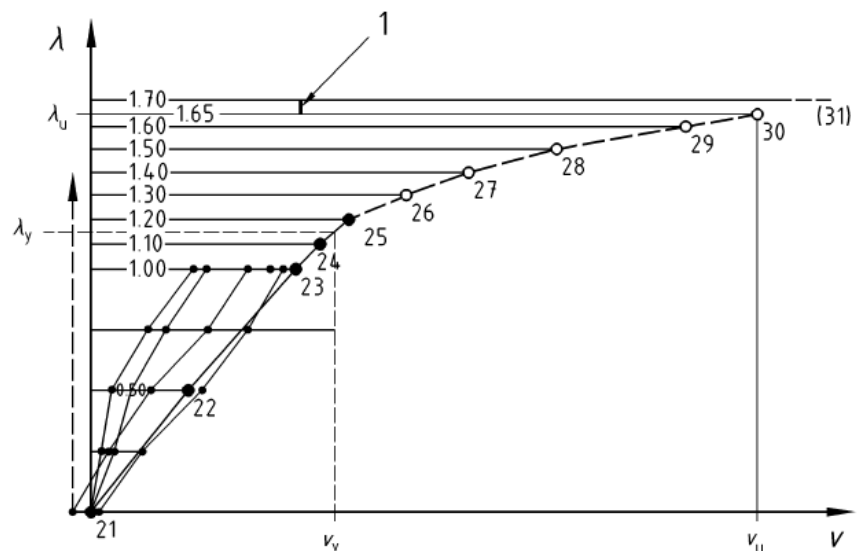


Roma, 3 ottobre 2018

EN 13693 Elementi speciali per coperture

ALLEGATO E (informativo)

PRESCRIVE PROVE DI CARICO A ROTTURA
PRIMA DELLA PRODUZIONE, SU ALMENO DUE PROTOTIPI
CON CARICHI SIMMETRICI ED ASIMMETRICI



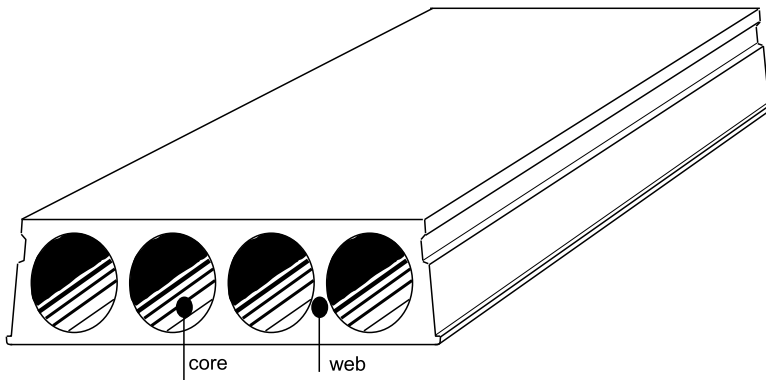
Roma, 3 ottobre 2018

EN 1168 Lastre alveolari

DIMENSIONI MASSIME

IN C.A.P. 1200 x 450 (ora 500)

IN C.A. 1200 x 300 SENZA ARMATURE TRASVERSALI
2400 x 300 CON ARMATURE TRASVERSALI

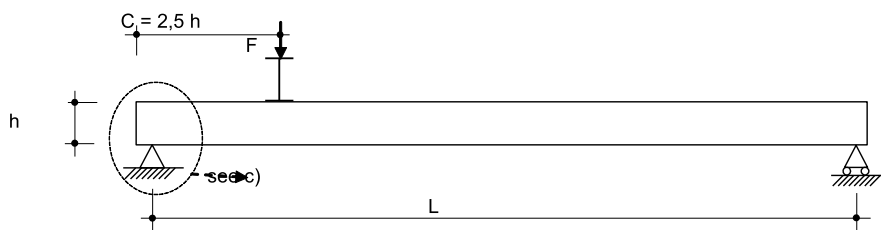


Roma, 3 ottobre 2018

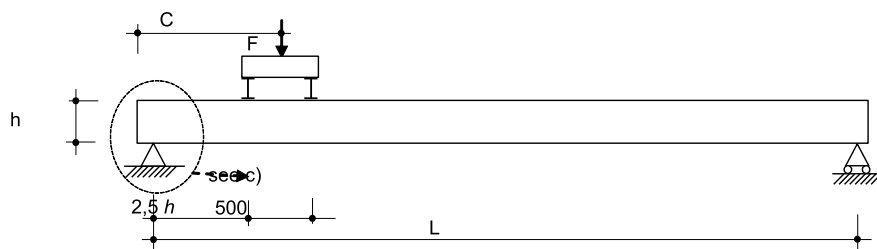
EN 1168 Lastre alveolari

PROVA DI CARICO A ROTTURA SU ELEMENTO AL VERO

Dimensions in millimetres



a) One line loading



b) Two lines loading

Roma, 3 ottobre 2018

EN 13369 - Cap. 8 Documentazione tecnica + Allegato J

- Dichiarazione di Prestazione
- Etichetta

- calcoli di progetto (condizioni di carico, verifiche, coeff. sicurezza)
- specifiche di produzione
disegni esecutivi, proprietà materiali, tolleranze
- istruzioni per la movimentazione, stoccaggio, trasporto
- specifiche per il montaggio
schemi e sezioni, materiali di finitura, istruzioni

Roma, 3 ottobre 2018

Componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. – documenti

Marcatura CE (Annex J)

- Dichiarazione di prestazione
- Marcatura CE
- DDT
- Specifiche di produzione (dis.esecutivi)
- Calcoli
- Istruzioni movimentazione, stoccaggio, trasporto
- Specifiche per il montaggio (istruzioni e materiali finitura)
- Estratto del registro di produzione
- Certificato FPC

Cap 11.8.5

- Attestato di qualificazione
- Marchiatura
- DDT
- Disegni d'assieme
- Caratteristiche materiali per unioni
- Istruzioni di montaggio, movimentazione, posa
- Istruzioni di impiego e manutenzione
- Certificato di origine (v. deposito)
- Risultati prove interne (estratto registro produz.)
- Certificati prove presso lab. autorizzati

Roma, 3 ottobre 2018

Dichiarazione di Prestazione

- numero univoco
- deve essere conservata per 10 anni
- contenuto definito in Art. 6 e Allegato III CPR + Regolamento delegato N. 574/2014
- descrive la prestazione del prodotto in relazione alle caratteristiche essenziali
- va redatta per tutti i prodotti coperti da norma armonizzata, indipendentemente dal sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione (AVCP)
- il fabbricante assume la responsabilità della conformità del prodotto a quanto dichiarato nella DoP
- no esempi DoP in norme di prodotto

Roma, 3 ottobre 2018

Dichiarazione di prestazione Norma EN 14992

Dichiarazione di prestazione

n. 1/EN 14992

1. Codice di identificazione unico del prodotto tipo	EN 14992
2. Usi previsti	Elemento portante faccia a vista
3. Fabbricante	Prefab ABC Via Veneto 37 Mestre
5. Sistema o sistemi di AVCP	2+
6a. Norma armonizzata	EN 14992
Nome e numero dell'organismo notificato	XYZCert - no 310
6b. Documento per la valutazione europea	
Valutazione tecnica europea
Organismo di valutazione tecnica
Organismi notificati

Roma, 3 ottobre 2018

Dichiarazione di prestazione Norma EN 14992

7. Prestazioni dichiarate		
Caratteristiche essenziali	Prestazione	Spec. tec. Armonizzata
Resistenza a compressione	C60/75	EN 14992+A1:2012
Resistenza ultima a trazione e tensione di snervamento	500 MPa	
Resistenza meccanica	Vedere relazione di calcolo	
Resistenza al fuoco	Vedere relazione di calcolo	
Reazione al fuoco	A1	
Isolamento acustico	NPD	
Isolamento termico	NPD	
Dettagli costruttivi	Vedere documentazione tecnica	
Durabilità	Vedere documentazione tecnica	
Permeabilità al vapore	NPD	
Permeabilità all'acqua	NPD	
Resistenza dei collegamenti	Vedere documentazione tecnica	

8. Documentazione tecnica appropriata e/o documentazione tecnica specifica. **Rif. N. xxx**

La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate. La presente dichiarazione di responsabilità viene emessa, in conformità al regolamento (UE) n. 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.

Firmato a nome e per conto del fabbricante da:
.....Nome Cognome, ruolo.....
Luogo, data Firma



Roma, 3 ottobre 2018

Marcatura CE

- Va apposta sui prodotti per i quali è stata redatta una DoP
- se è impossibile apporla sul prodotto, viene apposta sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento
- è l'unica marcatura che attesta la conformità del prodotto alle prestazioni dichiarate in relazione alle caratteristiche essenziali
- uno Stato membro non proibisce né ostacola la messa a disposizione o l'uso di prodotti da costruzione recanti la marcatura CE

Roma, 3 ottobre 2018

Vecchia e nuova etichetta (da CPD a CPR)

 0123	 0123
AnyCo Ltd, PO Bx 21, B-1050	AnyCo Ltd, PO Bx 21, B-1050
12 0123-CPD-0456	07 4567
EN 13225+A1:2010	EN 13225+A1:2010
BEAM (for structures)	BEAM (for structures)
Concrete : Reinforcing steel : Prestressing steel :	Concrete : Reinforcing steel : Prestressing steel :
For geometrical data, detailing, mechanical strength, fire resistance and durability see the design specifications	For geometrical data, detailing, mechanical strength, fire resistance and durability see the design specifications
Design Specification: (client's order)	Design Specification:..... (client's order)

Roma, 3 ottobre 2018

Prodotti non strutturali

Roma, 3 ottobre 2018

Marcatura CE prodotti non strutturali

EN 40-4	Pali per illuminazione	(1/10/2006 – 1/10/2007)
EN 490	Tegole di calcestruzzo	(1/9/2005 – 1/9/2006)
EN 771-3	Elementi per muratura in cls	(1/12/2004 – 1/4/2006)
EN 771-4	Elementi per muratura in aac	(1/12/2004 – 1/4/2006)
EN 1338	Masselli per pavimentazioni	(1/3/2004 – 1/3/2005)
EN 1340	Cordoli di calcestruzzo	(1/2/2004 – 1/2/2005)
EN 1433	Canalette di drenaggio	(1/8/2003 – 1/8/2004)
EN 1916	Tubi e raccordi di calcestruzzo	(1/8/2003 – 1/8/2004)
EN 1917	Pozzetti e camere d'ispezione	(1/8/2003 – 1/8/2004)
EN 12839	Elementi per recinzioni	(1/3/2002 – 1/3/2003)
EN 15435	Blocchi cassero di calcestruzzo	(1/2/2009 – 1/2/2010)

Roma, 3 ottobre 2018

Marcatura CE prodotti non strutturali

- DoP e marcatura CE (etichetta)
- sistema di attestazione 4
 - > no intervento ente terzo (NO Certificato FPC)
- attenzione alle sanzioni del DLgs 106/2017
- no disposizioni NTC (11.8.2, 11.8.3.4, 11.8.5)
- disposizioni norma armonizzata

Roma, 3 ottobre 2018



Grazie per l'attenzione !

Alessandra Ronchetti
Assobeton Tel. 02/49679965, a.ronchetti@assobeton.it

Roma, 3 ottobre 2018

IL COLLAUDO STATICO E LA REDAZIONE DEL PROGETTO

MARCO MENEGOTTO, SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA

Professore ordinario di Tecnica delle Costruzioni presso Sapienza Università di Roma. Membro del C.S.LL.PP. e del CTA del Provveditorato Interregionale alle OO.PP. Lazio-Abruzzo-Sardegna. Libero professionista per progettazione e direzione di opere di ingegneria civile. Autore di pubblicazioni scientifiche e tecniche nel campo dell'analisi strutturale, dell'ingegneria sismica, del consolidamento, della prefabbricazione. Presidente dell'AICAP.

Ministero Infrastrutture e Trasporti
Dipartimento Infrastrutture, Sistemi Informativi e Statistici
D.G. Dighe e Infrastrutture Idriche ed Elettriche

CORSO
**VERIFICA DELLE STRUTTURE, CONTROLLO IN CANTIERE
E VALUTAZIONE DEI PROGETTI**
Le novità delle NTC 2018

Roma, 3 Ottobre 2018

**COLLAUDO STATICO
REDAZIONE DEL PROGETTO**

Marco Menegotto

COLLAUDO STATICO

- Disposto dal DPR 06/06/2001 n. 380
T.U. Disposizioni per l'Edilizia – Art. 67

1. Tutte le costruzioni di cui all'articolo 53, comma 1, la cui sicurezza possa comunque interessare la pubblica incolumità devono essere sottoposte a collaudo statico.

2. Il collaudo deve essere eseguito da un ingegnere o da un architetto, iscritto all'albo da almeno dieci anni, che non sia intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione, esecuzione dell'opera.

3. Contestualmente alla denuncia prevista dall'articolo 65, il direttore dei lavori è tenuto a presentare presso lo sportello unico l'atto di nomina del collaudatore scelto dal committente e la contestuale dichiarazione di accettazione dell'incarico, corredati da certificazione attestante le condizioni di cui al comma 2.

4. Quando non esiste il committente ed il costruttore esegue in proprio, è fatto obbligo al costruttore di chiedere, anteriormente alla presentazione della denuncia di inizio dei lavori, all'ordine provinciale degli ingegneri o a quello degli architetti, la designazione di una terna di nominativi fra i quali sceglie il collaudatore.

5. Completata la struttura con la copertura dell'edificio, il direttore dei lavori ne dà comunicazione allo sportello unico e al collaudatore che ha 60 giorni di tempo per effettuare il collaudo.

6. In corso d'opera possono essere eseguiti collaudi parziali motivati da difficoltà tecniche e da complessità esecutive dell'opera, fatto salvo quanto previsto da specifiche disposizioni.

7. Il collaudatore redige, sotto la propria responsabilità, il certificato di collaudo in tre copie che invia al competente ufficio tecnico regionale e al committente, dandone contestuale comunicazione allo sportello unico.

8. Per il rilascio di licenza d'uso o di agibilità, se prescritte, occorre presentare all'amministrazione comunale una copia del certificato di collaudo.

Art. 53 (L) - Definizioni

(Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 1, primo, secondo e terzo comma)

1. Ai fini del presente testo unico si considerano:

- a) opere in conglomerato cementizio armato normale, quelle composte da un complesso di strutture in conglomerato cementizio ed armature che assolvono ad una funzione statica;
- b) opere in conglomerato cementizio armato precompresso, quelle composte di strutture in conglomerato cementizio ed armature nelle quali si imprime artificialmente uno stato di sollecitazione addizionale di natura ed entità tali da assicurare permanentemente l'effetto statico voluto;
- c) opere a struttura metallica quelle nelle quali la statica è assicurata in tutto o in parte da elementi strutturali in acciaio o in altri metalli;

Art. 54 (L) - Sistemi costruttivi

(Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 5, art.6, primo comma, art.7, primo comma, art.8, primo comma)

1. Gli edifici possono essere costruiti con:

- a) struttura intelaiata in cemento armato normale o precompresso, acciaio o sistemi combinati dei predetti materiali;
- b) struttura a pannelli portanti;
- c) struttura in muratura;
- d) struttura in legname.

2. Ai fini di questo testo unico si considerano:

- a) costruzioni in muratura, quelle nelle quali la muratura ha funzione portante;
- b) strutture a pannelli portanti, quelle formate con l'associazione di pannelli verticali prefabbricati (muri), di altezza pari ad un piano e di larghezza superiore ad un metro, resi solidali a strutture orizzontali (solai) prefabbricate o costruite in opera;
- c) strutture intelaiate, quelle costituite da aste rettilinee o curvilinee, comunque vincolate fra loro ed esternamente.

- **Prescrizioni**

nelle **NTC 2018 – DM 17/01/2018**

Norme Tecniche per le Costruzioni - Cap. 9

(2 pagg.)

- e nella relativa **CM applicativa , Cap. C 9**

(8 pagg.)

approvata CS LL.PP. - in corso di pubblicazione

Il collaudo statico è andato acquistando

maggior impegno e significato che in passato

Dopo L. 05/11/1971 n. 1086

Innovazioni si sono avute soprattutto nelle NTC 2008

- Necessario in corso d'opera, tranne casi particolari
- Materiali
- Opera nel suo complesso nelle varie fasi
- Controllo corrispondenza a progetto
- Se in garanzia qualità: verifica documenti
- Prove di carico "ove ritenute necessarie dal Collaudatore"
- Monitoraggio eventuale

NTC 2018 – Art. 9.1 (stralcio)



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 giugno 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.

Il Collaudatore controllerà altresì che siano state messe in atto le prescrizioni progettuali e siano stati eseguiti i controlli sperimentali. Quando la costruzione è eseguita in procedura di garanzia di qualità, il Collaudatore deve prendere conoscenza dei contenuti dei documenti di controllo qualità e del registro delle non-conformità.

- c) esame dei certificati delle prove sui materiali, articolato:
 - nell'accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità alle prescrizioni contenute al Capitolo 11 delle presenti norme tecniche;
 - nel controllo che i risultati ottenuti delle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nel citato Capitolo 11;
- d) esame dei certificati di cui ai controlli in stabilimento e nel ciclo produttivo, previsti al Capitolo 11;
- e) controllo dei verbali e dei risultati delle eventuali prove di carico fatte eseguire dal Direttore dei lavori.

Il Collaudatore, nell'ambito delle sue responsabilità, dovrà inoltre:

- f) esaminare il progetto dell'opera, l'impostazione generale, della progettazione nei suoi aspetti strutturale e geotecnico, gli schemi di calcolo e le azioni considerate;
- g) esaminare le indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione come prescritte nelle presenti norme;
- h) esaminare la relazione a strutture ultimate del Direttore dei lavori.

Infine, nell'ambito della propria discrezionalità, il Collaudatore potrà richiedere:

- i) di effettuare tutti quegli accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche utili per formarsi il convincimento della sicurezza, della durabilità e della collaudabilità dell'opera, quali in particolare:
 - prove di carico;
 - prove sui materiali messi in opera, anche mediante metodi non distruttivi;
 - monitoraggio programmato di grandezze significative del comportamento dell'opera da proseguire, eventualmente, anche dopo il collaudo della stessa.

Novità 2018

9.1 Generalità (1° cv)

Il collaudo statico, inteso come procedura disciplinata dalle vigenti leggi di settore, è finalizzato alla valutazione e giudizio sulle prestazioni, come definite dalle presenti norme, delle opere e delle componenti strutturali comprese nel progetto ed eventuali varianti depositati presso gli organi di controllo competenti. In caso di esito positivo, la procedura si conclude con l'emissione del certificato di collaudo.

Il collaudo statico, tranne casi particolari, va eseguito in corso d'opera.

9.2. Prove di carico (ultimo cv)

Nel caso di costruzioni dotate di dispositivi antisismici, ai fini del collaudo statico, di fondamentale importanza è il controllo della posa in opera dei dispositivi, nel rispetto delle tolleranze e delle modalità di posa prescritte dal progetto, nonché la verifica della completa separazione tra sottostruttura e sovrastruttura e tra quest'ultima ed altre strutture adiacenti, con il rigoroso rispetto delle distanze di separazione previste in progetto.

Il collaudatore può altresì disporre specifiche prove dinamiche atte a verificare il comportamento dinamico della costruzione.

Sostanzialmente invariati

9.2.1 STRUTTURE PREFABBRICATE

+ controllo posa e tolleranza

9.2.2 PONTI STRADALI

Implicita obbligatorietà prova di carico

9.2.3 PONTI FERROVIARI

simile a 9.2.2

La CM applicativa

(cogente solo per opere pubbliche)
esplicita e amplia le prescrizioni delle NTC

segue: testo approvato ma non pubblicato

9.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Il Capitolo 9 delle NTC detta le disposizioni per l'esecuzione del collaudo statico ed individua, come oggetto di questa attività, tutte le opere e componenti strutturali, rientranti nel campo di applicazione delle NTC, comprese nel progetto ed eventuali varianti, depositati presso gli organi di controllo secondo le modalità individuate da leggi e norme vigenti.

In generale, il collaudo statico deve essere eseguito in corso d'opera. Ne discende l'importanza da attribuire a questa attività che, di fatto, si svolge in parallelo all'azione del Direttore dei Lavori ed accompagna tutto l'iter della fase realizzativa di una costruzione.

Per svolgere questa attività è fondamentale il possesso, da parte del professionista incaricato, di un'adeguata preparazione e competenza tecnica, in relazione alla tipologia, dimensione, specificità dell'opera da collaudare, unita ad una consapevolezza dell'importanza dell'attività stessa e delle responsabilità connesse.

Il collaudo statico, così inteso, deve essere effettuato per tutte le costruzioni, le opere geotecniche, le opere di protezione ambientale quando presentino componenti rilevanti ai fini strutturali, gli interventi di adeguamento e miglioramento delle costruzioni esistenti di cui al Cap.8.

Dovendo il collaudo statico riguardare l'intero contenuto del progetto strutturale, nonché delle relative eventuali varianti depositate presso gli uffici competenti, esso comprende anche una valutazione delle previsioni progettuali relative ad elementi non strutturali qualora riportati negli elaborati progettuali depositati agli organi di controllo - i quali, come indicato nel capitolo 7 delle NTC, assumono rilevanza nel comportamento dinamico dell'opera, in termini di incolumità delle persone, danni e funzionalità dell'opera stessa. Il Committente o il Costruttore, nel caso in cui quest'ultimo esegua in proprio la costruzione, possono richiedere al Collaudatore statico l'esecuzione di collaudi statici parziali riguardanti parti completamente indipendenti della struttura, nonché, quando previsto da specifiche disposizioni in materia, collaudi statici provvisori: detti certificati parziali o provvisori potranno

consentire l'uso della costruzione di alcune sue parti, nei limiti espressi dal certificato medesimo.

Il collaudo statico comprende:

- Adempimenti tecnici: volti alla formazione del giudizio del Collaudatore sulla sicurezza e stabilità dell'opera nel suo complesso, includendo le interazioni della struttura con il terreno, le strutture di fondazione, le strutture in elevazione, gli elementi non strutturali qualora riportati negli elaborati progettuali depositati agli organi di controllo, nonché sulla rispondenza ai requisiti prestazionali indicati in progetto, con particolare riferimento alla vita nominale, alle classi d'uso, ai periodi di riferimento e alle azioni sulle costruzioni.
- Adempimenti amministrativi: volti ad accertare l'avvenuto rispetto delle procedure tecnico-amministrative previste dalle normative vigenti in materia di strutture.

Il Collaudatore statico è tenuto a verificare la correttezza delle prescrizioni formali e sostanziali della progettazione strutturale in conformità alla normativa vigente di settore.

Il Collaudatore statico, pertanto, è tenuto ad effettuare:

- a) un controllo generale sulla regolarità delle procedure amministrative seguite nelle fasi precedenti; si citano ad esempio: il deposito presso gli uffici tecnici competenti, il rilascio dell'autorizzazione sismica, quando prevista, etc.;
- b) l'ispezione generale dell'opera nelle varie fasi costruttive degli elementi strutturali, con specifico riguardo alle strutture più significative, da confrontare con il progetto depositato di cui al punto a), conservato in cantiere; la ricognizione generale deve avvenire alla presenza del Direttore dei lavori e del rappresentante del Costruttore; per ciascuna visita di ispezione deve essere redatto un apposito verbale controfirmato dagli intervenuti alla visita e trasmesso al Committente; i diversi verbali devono essere poi allegati al Certificato di collaudo statico;
- c) l'esame dei certificati relativi alle prove sui materiali; detto esame deve essere finalizzato a verificare che:
 - il numero dei prelievi effettuati sia coerente con le dimensioni della struttura;
 - il laboratorio che ha emesso i certificati sia in possesso dell'autorizzazione prevista dall'art.59 del DPR n.380/2001;
 - i certificati siano conformi alle relative indicazioni fornite dal Cap. 11 delle **NTC**. In particolare occorre verificare: che nel certificato sia chiaramente indicato il cantiere di cui trattasi, che sia riportato il nominativo del Direttore dei lavori, che vi sia la conferma che il Direttore dei lavori ha regolarmente sottoscritto la richiesta di prove al laboratorio, che siano indicati gli estremi dei

verbali di prelievo dei campioni;

- i risultati delle prove rispondano ai criteri di accettazione fissati dalle norme tecniche, in particolare di quelle del Cap. 11 delle **NTC**, con le precisazioni di cui al Cap. C11 della presente Circolare.
- d) l'acquisizione e l'esame della documentazione di origine relativa a tutti gli eventuali materiali e prodotti, previsti in progetto, soggetti alla qualificazione di cui al Cap.11, paragrafo 11.1, punti A), B) e C); in particolare, nel caso di strutture dotate di dispositivi di isolamento sismico e/o di dissipazione, il certificato di collaudo statico deve prevedere l'acquisizione dei relativi documenti di origine, forniti dal produttore e dei certificati relativi:
 - alle prove sui materiali;
 - alla qualificazione dei dispositivi utilizzati;
 - alle prove di accettazione in cantiere disposte dal Direttore dei Lavori. In tal caso è fondamentale il controllo della posa in opera dei dispositivi, del rispetto delle tolleranze e delle modalità di posa prescritte in fase di progetto.

Sulla base dell'esito del predetto esame, il Collaudatore statico può prevedere, eventualmente, l'esecuzione di prove complementari, come previsto al § 11.2 delle **NTC**;

Il Collaudatore statico ha facoltà di disporre l'esecuzione di speciali prove per la caratterizzazione dinamica del sistema di isolamento, atte a verificare il comportamento della costruzione nei riguardi delle azioni di tipo sismico.

- e) l'esame dei verbali delle prove di carico eventualmente fatte eseguire dal Direttore dei Lavori, tanto su strutture in elevazione che in fondazione, controllando la corretta impostazione delle prove in termini di azioni applicate, tensioni e deformazioni attese, strumentazione impiegata per le misure;
- f) l'esame dell'impostazione generale del progetto dell'opera, degli schemi di calcolo utilizzati e delle azioni considerate;
- g) l'esame delle indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione in conformità delle vigenti norme; particolare attenzione dovrà essere posta, in tal senso, a verificare la presenza, nella documentazione progettuale, della Relazione geologica (redatta da un Geologo) e della Relazione geotecnica (redatta dal Progettista), verificando che in quest'ultima siano presenti i certificati delle indagini geotecniche - rilasciati da uno dei laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001 - posti a base delle scelte progettuali inerenti le fondazioni e le relative verifiche;

h) la convalida dei documenti di controllo qualità ed il registro delle non-

conformità, per quanto di competenza, nel caso in cui l'opera sia eseguita in procedura di garanzia di qualità. Qualora vi siano non conformità irrisolte, il Collaudatore statico deve interrompere le operazioni e non può concludere il collaudo statico. Tale circostanza dovrà essere comunicata dal Collaudatore statico al Responsabile di gestione del Sistema Qualità, al Committente, al Costruttore, al Direttore dei lavori, per l'adozione delle opportune azioni correttive o preventive sul Sistema Qualità ai fini della correzione o prevenzione delle non conformità, secondo le procedure stabilite nel Manuale di gestione del sistema qualità;

- i) l'esame della Relazione a struttura ultimata, redatta dal Direttore dei Lavori, come prescritto dalle vigenti disposizioni di legge.

Il Collaudatore statico può richiedere, quando a propria discrezione lo ritenga necessario, ulteriori accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche, utili per la formazione di un definitivo convincimento sulla sicurezza, durabilità e collaudabilità dell'opera.

In particolare il Collaudatore statico potrà richiedere di effettuare:

- prove di carico;
- prove sui materiali messi in opera, eseguite secondo le specifiche norme afferenti a ciascun materiale previsto nelle vigenti norme tecniche di settore;
- monitoraggio programmato di grandezze significative del comportamento dell'opera, da proseguire, eventualmente, anche dopo il collaudo della stessa.

Al termine di questo processo il Collaudatore potrà concludere le sue attività rilasciando il Certificato di collaudo statico, nel quale deve attestare esplicitamente la collaudabilità delle strutture.

Qualora il Collaudatore riscontri criticità tali da compromettere le prestazioni dell'opera, esclusa ogni possibilità di risolvere da parte del Committente, del Costruttore, del Direttore dei Lavori e del Progettista - le criticità rilevate, il Collaudatore conclude le proprie attività rilasciando il Certificato riportante la motivata non collaudabilità delle strutture.

I contenuti del Certificato di collaudo statico devono prevedere:

- una relazione sul progetto strutturale, sui documenti esaminati e sulle eventuali attività integrative svolte;
- i verbali delle visite effettuate, con la descrizione delle operazioni svolte;
- la descrizione dell'eventuale programma di monitoraggio, di cui devono essere indicati tempi, modi e finalità, che il Collaudatore stesso ritenga necessario prescrivere al Committente;
- le risultanze del processo relativo alle eventuali prove di carico eseguite, come

descritte nel p.to C9.2;

- le eventuali raccomandazioni/prescrizioni al Committente e al Direttore dei Lavori, quando previsto dalle vigenti norme, in ordine alla futura posa in opera di elementi non strutturali e/o impianti, come sopra richiamato e come indicato nel Capitolo 7 delle NTC;
- il giudizio sulla collaudabilità o non collaudabilità delle strutture, anche ai fini della relativa manutenzione.

Per le costruzioni esistenti, il collaudo statico deve essere redatto per gli interventi di adeguamento e miglioramento, applicando i criteri di collaudo statico relativi alle nuove opere, salvo quanto aggiunto, desumibile e/o diversamente indicato nel Cap. 8 delle NTC e nel Cap. C8 della presente Circolare.

Per gli interventi locali nelle costruzioni esistenti, le norme vigenti non prevedono il collaudo statico; è raccomandata comunque la redazione di una Relazione sugli interventi eseguiti, a cura del Direttore dei Lavori.

A richiesta del Committente, nell'ambito della procedura di collaudo statico, può essere effettuata la revisione dei calcoli, da compensarsi a parte.

C9.2 PROVE DI CARICO

Le prove di carico, sia quelle esplicitamente disposte dalle NTC – quando non vi abbia provveduto la Direzione dei Lavori – sia quelle ritenute comunque necessarie dal Collaudatore statico, hanno la finalità di identificare la corrispondenza fra comportamento teorico e sperimentale.

Il programma delle prove richieste dal Collaudatore statico, con l'indicazione delle procedure di carico e delle prestazioni attese (deformazioni, livelli tensionali, reazione dei vincoli, ecc.), deve essere:

- sottoposto al Direttore dei lavori per l'attuazione;
- reso noto al Progettista, perché ne verifichi la compatibilità con il progetto strutturale;
- reso noto al Costruttore per accettazione.

Nel caso di mancata convalida da parte del Progettista o di non accettazione da parte del Costruttore, il Collaudatore statico, con relazione motivata, potrà chiederne l'esecuzione al Direttore dei Lavori, ovvero dichiarare l'opera non collaudabile.

Di questo processo deve essere redatta idonea documentazione attestante gli esiti, anche formali, dei passaggi e delle azioni delle figure sopra richiamate.

Le prove di carico devono essere svolte con le modalità indicate dal Collaudatore

statico, mentre la loro materiale attuazione è affidata al Direttore dei lavori, ciascuno assumendone la relativa responsabilità.

Nelle prove si deve tenere conto di quanto indicato nel Cap. 4 delle NTC per i vari materiali. Per i ponti si deve tenere conto, inoltre, di quanto prescritto al § 5.1 e 5.2 delle NTC ed ai corrispondenti paragrafi della presente Circolare, rispettivamente per i ponti stradali e per quelli ferroviari.

Le prove di carico devono consentire di valutare il comportamento delle opere sotto le azioni di esercizio; a tale scopo deve essere applicata, quando possibile, la combinazione di carichi tale da indurre le sollecitazioni massime di esercizio. A tal fine, deve essere effettuato uno specifico calcolo della struttura o dell'elemento strutturale esaminato, applicando le azioni previste per la prova e determinando quindi lo stato tensionale e deformativo con il quale confrontare i risultati della prova stessa.

In relazione al tipo di struttura ed alla natura dei carichi le prove possono essere convenientemente protratte nel tempo, ovvero ripetute in più cicli.

Esse vanno condotte verificando, durante il loro svolgimento, che:

- le deformazioni si accrescano all'incirca proporzionalmente ai carichi;
- non si producano fratture, fessurazioni, deformazioni o dissesti che compromettano la sicurezza o la conservazione dell'opera;
- la deformazione residua dopo la prima applicazione del carico massimo non superi una quota parte di quella totale commisurata ai prevedibili assestamenti iniziali di tipo anelastico della struttura oggetto della prova. Nel caso invece che tale limite venga superato, prove di carico successive devono indicare che la struttura tenda ad un comportamento elastico;
- la deformazione elastica risulti non maggiore di quella calcolata come sopra indicato.

Il Collaudatore statico dovrà a priori stabilire un congruo numero di prove ovvero di cicli di prova a seconda del componente o della struttura da collaudare.

Le prove statiche, a giudizio del Collaudatore ed in relazione all'importanza dell'opera, possono essere integrate con prove dinamiche che consentano di giudicare il comportamento dell'opera attraverso la risposta dinamica della struttura; le prove di carico dinamiche possono essere anche sostitutive di quelle di tipo statico, in forza della specialità dell'opera e delle condizioni al contorno in cui la prova può essere eseguita.

Il giudizio sull'esito delle prove è responsabilità del Collaudatore statico.

C9.2.1 STRUTTURE PREFABBRICATE

In presenza di strutture prefabbricate poste in opera, fermo restando quanto sopra specificato, devono essere eseguiti idonei controlli atti a verificare la rispondenza dell'opera ai requisiti di progetto. È inoltre fondamentale il controllo della posa degli elementi prefabbricati e del rispetto del progetto per quanto attiene in particolare: le tolleranze ammesse, le disposizioni delle armature integrative, i giunti, il corretto montaggio dei dispositivi di vincolo.

Il giudizio del Collaudatore statico sulla sicurezza dell'opera dovrà essere sempre riferito all'intero organismo strutturale.

C9.2.2 PONTI STRADALI

Oltre a quanto specificato nel precedente § C9.2, il Collaudatore statico deve controllare che le deformazioni sotto i carichi di prova, in termini di spostamenti, rotazioni etc, siano comparabili con quelle previste nel calcolo della struttura effettuato con le azioni di prova; in genere le eventuali deformazioni residue dopo il primo ciclo di carico, determinate come sopra indicato, non dovrebbero risultare superiori al 15% di quelle massime misurate, ovvero successive prove di carico dovrebbero dimostrare che le deformazioni residue tendono ad esaurirsi.

Per i ponti a campata multipla, la prova di carico va eseguita, secondo le modalità precisate nel § C9.2, interessando almeno 1/5 del numero complessivo di campate, arrotondato all'unità superiore.

Per le opere di significativa rilevanza, le prove statiche devono essere integrate con prove dinamiche che misurino la risposta del ponte all'eccitazione dinamica, controllando che il periodo fondamentale sperimentale sia confrontabile con quello previsto in progetto.

C9.2.3 PONTI FERROVIARI

Le prove sui ponti ferroviari devono essere eseguite sulla base di un piano dettagliato predisposto dal Collaudatore statico con riferimento ai calcoli strutturali ed ai loro esiti.

Oltre a quanto specificato al precedente § C9.2, le prove di carico devono essere effettuate adottando carichi che inducano, di norma, le sollecitazioni di progetto dovute ai carichi mobili verticali nello stato limite di esercizio, in considerazione della disponibilità di mezzi ferroviari ordinari e/o speciali, controllando che le deformazioni residue dopo il primo ciclo di carico, determinate come indicato più sopra, non risultino superiori al 15% di quelle massime misurate, ovvero successive prove di carico dimostrino che le deformazioni residue tendano ad esaurirsi.

Per i ponti a campata multipla, la prova di carico va eseguita, secondo le modalità precisate nel § C9.2, interessando almeno 1/5 del numero complessivo di campate, arrotondato all'unità superiore.

Per le opere di significativa rilevanza, le prove statiche andranno integrate da prove dinamiche che misurino la rispondenza del ponte all'eccitazione dinamica, controllando che il periodo fondamentale sperimentale sia confrontabile con quello previsto in progetto.

C9.2.4 PONTI STRADALI E FERROVIARI CON DISPOSITIVI DI ISOLAMENTO E/O DISSIPAZIONE

Nel collaudo statico di tali strutture è di fondamentale importanza il controllo della posa in opera dei dispositivi, nel rispetto delle tolleranze e delle modalità di posa prescritte dal progetto, nonché la verifica della completa separazione tra sottostruttura e sovrastruttura e tra quest'ultima ed altre strutture adiacenti, con il rigoroso rispetto delle distanze di separazione previste in progetto. Il Collaudatore può disporre l'esecuzione di speciali prove per la caratterizzazione dinamica del sistema di isolamento atte a verificare, nei riguardi di azioni di tipo sismico, che il comportamento della costruzione corrisponda a quello atteso.

Soggetti abilitati

- Il T.U. Disposizioni per l'Edilizia

DPR 06/06/2001 n. 380 – Art. 67, c 2 (v. sopra)

“il collaudo [statico] deve essere eseguito da un ingegnere o da un architetto, iscritto all'albo da almeno dieci anni, che non sia intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione, esecuzione dell'opera.”

(v. anche L. 5/11/1971 n. 1086 – Art. 7)

- Il Codice dei Contratti Pubblici

D.L.vo 18/04/2016 e s.m.i. - Art. 26, c 7

Stabilisce ulteriore incompatibilità fra svolgimento della verifica della progettazione e del collaudo

REDAZIONE DEI PROGETTI STRUTTURALI ESECUTIVI E DELLE RELAZIONI DI CALCOLO

- Prescrizioni

nelle NTC 2018 – DM 17/01/2018

Norme Tecniche per le Costruzioni - Cap. 10
(2 pagg.)

- e nella relativa CM applicativa , Cap. C 10
(8 pagg.)

approvata CS LL.PP. - in corso di pubblicazione

nuovo:

10.2. ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO

Qualora l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, il progettista, dovrà controllare l'affidabilità dei codici utilizzati e verificare l'attendibilità dei risultati ottenuti.

Il progettista dovrà quindi esaminare preliminarmente la documentazione a corredo del software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. In tal senso la documentazione, che sarà fornita dal produttore o dal distributore del software, dovrà contenere una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, per i quali dovranno essere forniti i file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

10.2.1. RELAZIONE DI CALCOLO

Il progettista dovrà avere cura che nella Relazione di calcolo la presentazione dei risultati stessi sia tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. In particolare nella Relazione di calcolo si devono fornire le seguenti indicazioni:

comportamento della struttura per quel particolare tipo di analisi sviluppata. In particolare, è necessario che la Relazione di calcolo riporti almeno le seguenti indicazioni:

- descrizione dell'opera e della tipologia strutturale;
- inquadramento normativo dell'intervento;
- definizione dei parametri di progetto;
- descrizione dei materiali adottati e loro caratteristiche meccaniche;
- criteri di progettazione e modellazione;
- combinazione delle azioni;
- codice di calcolo impiegato;
- rispetto delle verifiche per gli stati limite considerati.

L'esito di ogni elaborazione deve essere sintetizzato in disegni e schemi grafici contenenti, almeno per le parti più sollecitate della struttura, le configurazioni deformate, la rappresentazione grafica delle principali caratteristiche di sollecitazione o delle componenti degli sforzi, i diagrammi di involuppo associati alle combinazioni dei carichi considerate, gli schemi grafici con la rappresentazione dei carichi applicati e delle corrispondenti reazioni vincolari.

Di tali grandezze, unitamente ai diagrammi ed agli schemi grafici, vanno chiaramente evidenziati le convenzioni sui segni, i valori numerici e le unità di misura di questi nei punti o nelle sezioni significative ai fini della valutazione del comportamento complessivo della struttura, i valori numerici necessari ai fini delle verifiche di misura della sicurezza.

E' opportuno che i tabulati generalmente forniti dai programmi automatici, cui la Relazione di calcolo deve fare riferimento, non facciano parte integrante della Relazione stessa, ma ne costituiscano un allegato.

C10 REDAZIONE DEI PROGETTI STRUTTURALI ESECUTIVI E DELLE RELAZIONI DI CALCOLO

Le norme di cui al Cap.10, disciplinando la redazione dei progetti esecutivi delle strutture, contengono anche criteri guida per il loro esame ed approvazione da parte degli Uffici preposti nonché criteri per la loro verifica e validazione.

Anche per la progettazione geotecnica e per le costruzioni esistenti si applicano i criteri di redazioni della progettazione strutturale di cui al Cap. 10 delle NTC, salvo quanto aggiunto e/o diversamente indicato rispettivamente nei Cap. 6 e 8 delle NTC e nei Cap. C6 e C8 della presente Circolare.

Per la redazione dei progetti degli interventi strutturali relativi a complessi architettonici di valore storico-artistico si fa riferimento alle specifiche disposizioni di legge e regolamentari del settore e, per quanto compatibile, alle NTC ed alla presente Circolare.

C10.1 CARATTERISTICHE GENERALI

La disciplina dei contenuti della progettazione esecutiva strutturale che riguarda, essenzialmente, la redazione della relazione di calcolo e di quelle specialistiche annesse (geologica, geotecnica, sismica ecc.), degli elaborati grafici e dei particolari costruttivi nonché del piano di manutenzione delle strutture, salvo diverse disposizioni normative di settore, trova riferimento:

- nel T.U. dell'edilizia DPR n. 380/2001 di cui vanno osservate modalità e procedure;
- nel vigente Codice dei contratti pubblici di lavori, servizi e forniture;
- nel Regolamento di attuazione del sopra citato Codice.

In ogni caso il progetto deve essere redatto in modo da "assicurare la perfetta stabilità e sicurezza delle strutture e di evitare qualsiasi pericolo per la pubblica incolumità" (DPR n. 380/2001 art. 64) ed escludere, per quanto possibile, "la necessità di variazioni in corso di esecuzione".

A tale scopo il § 10.1 delle NTC prescrive che il progetto strutturale, tenuto conto dei precedenti riferimenti legislativi, debba essere informato a caratteri di chiarezza espositiva di completezza nei contenuti, che definiscano compiutamente l'intervento da realizzare - restando esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamento, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisorie - attraverso i seguenti elaborati:

- 1) Relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e di verifica;
- 2) Relazione sui materiali;
- 3) elaborati grafici, particolari costruttivi;
- 4) piano di manutenzione della struttura dell'opera;
- 5) Relazioni specialistiche sui risultati sperimentali forniti dalle indagini preliminari ritenute necessarie alla progettazione dell'opera e sui rilievi topografici. In tal senso la Relazione di calcolo deve essere sempre accompagnata dalla Relazione geologica e dalla Relazione geotecnica.

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

I calcoli esecutivi delle strutture e le relative verifiche, nell'osservanza delle normative vigenti, possono essere eseguiti anche mediante utilizzo di programmi informatici, avendo cura in ogni caso di riportare in dettaglio la definizione ed il dimensionamento delle strutture stesse in ogni loro

Relazione di calcolo strutturale

La relazione di calcolo strutturale deve comprendere almeno:

- l'illustrazione dell'opera nel suo complesso, del suo uso, della sua funzione nonché dei criteri normativi di sicurezza specifici della tipologia della costruzione con i quali la struttura progettata deve risultare compatibile; la definizione delle caratteristiche della costruzione (localizzazione, destinazione e tipologia, dimensioni principali) e delle interferenze con il territorio circostante, in particolare con le costruzioni esistenti limitrofe; le caratteristiche geomorfologiche e topografiche del sito ove l'opera viene realizzata. Analogamente, nel caso di intervento sull'esistente, non si può prescindere dalla accurata descrizione del sito sul quale ricade l'opera esistente sulla quale si interviene e delle caratteristiche dell'opera stessa;
- le normative di riferimento;
- la descrizione del modello strutturale, correlato con quello geotecnico, ed i criteri generali di analisi e verifica;
- la valutazione della sicurezza e delle prestazioni della struttura in relazione agli stati limite che si possono verificare, in particolare nelle zone sismiche, tenendo presente che va sempre garantito, per ogni opera nuova o intervento sull'esistente, il livello di sicurezza previsto dalle NTC, tenuto conto della vita nominale scelta, della classe d'uso, del periodo di riferimento, delle azioni normali – comprese quelle sismiche - e di quelle eccezionali, nonché alle loro combinazioni; ciò per ogni tipo di materiale struttura, come disciplinato dalle NTC: c.a., c.a.p., acciaio, legno, muratura, altri materiali consentiti e combinazioni degli stessi, con riferimento agli specifici capitoli delle NTC;
- la presentazione e la sintesi dei risultati.

Relazione sui materiali

Descrive le caratteristiche dei materiali ed i prodotti per uso strutturale previsti nel progetto, evidenziandone la corrispondenza alle specifiche di progetto ed alle disposizioni delle NTC, in termini di identificazione e qualificazione con riferimento alle prescrizioni contenute nel Cap.11 delle NTC.

Atteso che i materiali ed i prodotti di cui è prevista in progetto l'utilizzazione, devono essere poi sottoposti alle procedure ed alle prove sperimentali di accettazione, prescritte nelle NTC, queste devono essere dettagliatamente richiamate nella Relazione sui materiali.

Una opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione, sin dal progetto, sono necessari per garantire la durabilità, definita come conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture; indicare gli accorgimenti adottati ai fini della durabilità è altresì essenziale affinché i livelli di sicurezza previsti vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera.

Elaborati grafici

Gli elaborati grafici del progetto strutturale devono comprendere almeno:

- tutti i disegni che definiscono il progetto architettonico e d'insieme (planimetrie, piante, sezioni delle opere e del terreno con la sua sistemazione, prospetti, ecc.) sui quali va resa evidente l'esatta posizione delle strutture e del loro ingombro, a tutti i livelli compreso le fondazioni rispetto al terreno. Nel caso di interventi previsti su costruzioni esistenti, i disegni devono riportare un dettagliato rilievo delle strutture esistenti sulle quali si interviene;
- la rappresentazione degli elementi predisposti per la ispezione e manutenzione delle strutture;
- tutti i disegni in fondazione ed in elevazione, in scala adeguata, accuratamente quotati della carpenteria delle strutture (piante e sezioni) e degli interventi sulle strutture esistenti, con la precisa indicazione della foronomia prevista per cavedi e passaggio di impianti ed apparecchiature.

In particolare, gli elaborati grafici di insieme (carpenterie, profili e sezioni) da redigere in scala non inferiore ad 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio da redigere in scala non inferiore ad 1:10, devono contenere fra l'altro:

- per le strutture in cemento armato o in cemento armato precompresso: i tracciati dei ferri di armatura con l'indicazione delle sezioni e delle misure parziali e complessive, del copriferro e dell'interferro, nonché i tracciati delle armature per la precompressione;
- per le strutture metalliche o lignee: tutti i profili e i particolari relativi ai collegamenti, completi nella forma e spessore delle piastre, del numero e posizione di chiodi e bulloni, dello spessore, tipo, posizione e lunghezza delle saldature;
- per le strutture murarie, tutti gli elementi tipologici e dimensionali atti a consentire l'esecuzione.

Nelle strutture che si identificano con l'intero intervento, quali ponti, viadotti, pontili di attracco, opere di sostegno delle terre e simili, il progetto esecutivo deve essere completo di particolari esecutivi di tutte le opere integrative.

Su ogni tavola vanno indicati la classe e le caratteristiche del calcestruzzo, il tipo di acciaio o di ogni altro metallo, la tipologia dei solai e le caratteristiche del legno e di ogni materiale e prodotto da impiegarsi.

I particolari costruttivi vanno definiti, numerati ed indicati sugli elaborati grafici del progetto strutturale.

Particolari costruttivi

I particolari costruttivi, debitamente numerati ed ubicati come sopra, accuratamente quotati, vanno progettati in conformità alle indicazioni delle NTC per ogni tipologia di nuova struttura e di intervento sulle costruzioni esistenti. Essi devono essere illustrativi di ogni tipo di sezione e di nodo con le posizioni ed i percorsi reciproci delle armature provenienti da qualsiasi direzione, delle giunzioni degli elementi di carpenteria metallica, dei dispositivi di ancoraggio dei cavi di precompressione, degli apparecchi e dei dispositivi di ogni tipo (appoggi, respingenti, isolatori, ecc.), dei solai, nonché dell'ancoraggio alla struttura degli elementi predisposti per la ispezione e manutenzione delle strutture ed inoltre dei prodotti, in particolare prefabbricati, da impiegarsi nonché il dettaglio della carpenteria di fori da predisporre per il passaggio di impianti di apparecchi ecc. con le relative armature metalliche.

Piano di manutenzione delle strutture

Il piano di manutenzione delle strutture è il documento complementare al progetto strutturale che ne prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi dell'intera opera, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

Il piano di manutenzione delle strutture - coordinato con quello generale della costruzione - costituisce parte essenziale della progettazione strutturale. Esso va corredato, in ogni caso, del manuale d'uso, del manuale di manutenzione e del programma di manutenzione delle strutture.

Relazioni specialistiche

Sono previste le seguenti relazioni specialistiche:

1) la Relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§ 6.2.1 delle NTC e § C 6.2.1 della presente Circolare). Generalmente propedeutica alla progettazione vera e propria dell'opera, è redatta dal geologo incaricato, e contiene l'inquadramento generale del territorio ed in particolare del sito nel quale si inserirà l'opera da progettare;

2) la Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno (§ 6.2.2 delle NTC e § C 6.2.2 della presente Circolare). Redatta dal progettista dell'opera, riporta tutte le considerazioni tecniche ed i parametri sulla base dei quali vengono operate le principali scelte progettuali in termini di dimensionamento e verifiche delle fondazioni. Alla Relazione geotecnica devono essere allegati tutti i certificati delle prove geotecniche – in situ ed in laboratorio - che hanno condotto alla caratterizzazione meccanica del terreno di fondazione, rammentando che le suddette prove geotecniche devono essere eseguite e certificate da uno dei laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001.

la Relazione sulla modellazione sismica concernente la " *pericolosità sismica di base*" del sito di costruzione (§ 3.2 delle NTC e § C3.2 della presente Circolare). Redatta dal progettista, contiene il riferimento a tutti i parametri ed i coefficienti in base ai quali sono state determinate le azioni sismiche da applicare.

C10.2 ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO

Il § 10.2 delle NTC approfondisce il tema relativo all'analisi strutturale condotta con l'ausilio di programmi automatici di calcolo, affidando al progettista delle strutture il compito e la responsabilità di comprovare la validità dei risultati dei calcoli e delle verifiche, al fine di garantire l'attendibilità dei risultati ottenuti.

C.10.2.1 RELAZIONE DI CALCOLO

La Relazione di calcolo deve essere redatta dal progettista con tutta la cura necessaria affinché la presentazione delle impostazioni del calcolo e dei risultati finali ne garantisca la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità.

La relazione di calcolo, a tal fine, oltre a quanto già precisato al precedente §C10.1, deve comprendere, senza ambiguità ed in modo esaustivo:

a) il tipo di analisi svolta

a.1) statica, dinamica, lineare, non lineare;

a.2) il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale;

a.3) le metodologie seguite per le verifiche o per il progetto-verifica delle sezioni;

a.4) le combinazioni di carico adottate;

a.5) i criteri seguiti per la modellazione;

b) informazioni sull'origine, le caratteristiche e la validazione dei codici di calcolo:

b.1) titolo, autore, produttore, distributore, versione, estremi della licenza o di altro titolo d'uso;

b.2) documentazione fornita dal produttore e dal distributore a corredo del programma:

- una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati;

- l'individuazione dei campi d'impiego;

- i casi di prova interamente risolti e commentati con files di input che consentano la riproduzione dell'elaborazione;

b.3) l'esame preliminare, condotto dal progettista delle strutture, di valutazione dell'affidabilità e soprattutto dell'idoneità del programma nel caso specifico di applicazione;

b.4) l'esame della documentazione fornita dal produttore o dal distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione del programma;

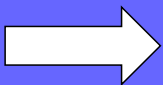


Particolare attenzione assume quindi la modalità di presentazione dei risultati, che deve costituire una sintesi completa ed efficace, capace di riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

I valori numerici di ogni elaborazione, preceduta dall'indicazione della convenzione sui segni e delle unità di misura, devono essere sintetizzati mediante disegni, schemi grafici rappresentativi almeno delle parti più sollecitate della struttura, delle configurazioni delle deformate, la rappresentazione grafica delle principali caratteristiche di sollecitazione, delle componenti degli sforzi, nonché dei diagrammi di involuppo associati alle combinazioni di carichi considerate, degli schemi grafici con la rappresentazione delle azioni applicate e delle corrispondenti reazioni vincolari.

Al fine delle verifiche della misura della sicurezza, di tali grandezze e del comportamento complessivo della struttura, come rappresentato, devono essere chiaramente evidenziati i valori numerici necessari nei punti e nelle sezioni significative della struttura stessa.

Si sottolinea, infine, l'importanza della disposizione contenuta nelle NTC, per cui i tabulati generalmente forniti dai programmi di calcolo, cui la Relazione di calcolo deve fare riferimento, non facciano parte integrante della Relazione stessa, ma ne costituiscano un allegato. Tale disposizione ha il compito di impedire che, come talvolta accade, la Relazione di calcolo sia costituita essenzialmente dal solo tabulato dei calcoli fornito dal programma utilizzato, rendendo estremamente difficile se non talvolta impossibile, da parte degli organi e/o delle figure preposte ad un eventuale controllo, riscontrare tutte quelle informazioni sull'impostazione progettuale, i parametri ed i coefficienti scelti, gli elementi strutturali più sollecitati, come sopra descritti, che devono costituire la Relazione di calcolo vera e propria.



C.10.2.2

VALUTAZIONE INDIPENDENTE DEL CALCOLO

Nel caso di opere di particolare importanza, ritenute tali dal Committente, il progettista delle strutture deve effettuare un controllo incrociato sui risultati delle calcolazioni; può essere utile, in taluni casi, il confronto con i risultati ottenuti dalla ripetizione dei calcoli da parte di un soggetto qualificato, prescelto dal Committente, diverso dal progettista originario delle strutture; la ripetizione del calcolo deve essere eseguita generalmente mediante l'impiego di programmi automatici diversi da quelli impiegati originariamente.

GRAZIE

PER LA

CORTESE ATTENZIONE

VERIFICHE SISMICHE DELLE DIGHE E DELLE OPERE ACCESSORIE

ARMANDO LANZI, DG DIGHE

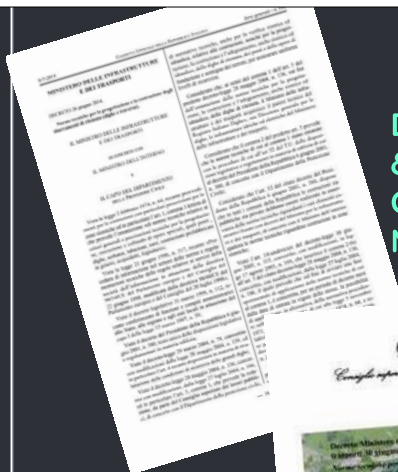
Ingegnere Civile (2008), Fulbright scholar. Nel 2011 consegue il Master of Science in Structural Engineering presso la University of California San Diego e nel 2013 il Dottorato di ricerca in ingegneria strutturale presso Sapienza Università di Roma. Libero professionista dal 2008 al 2016, anno in cui prende servizio presso la DG Dighe. È autore di pubblicazioni scientifiche e relatore in convegni internazionali sui temi dell'ingegneria sismica e della dinamica delle strutture.



VERIFICHE SISMICHE DELLE DIGHE E DELLE OPERE ACCESSORIE

Roma, 4 ottobre 2018

Armando Lanzi



**D.M. 26.06.2014 (NTD14)
&
COMMISSIONE DI
MONITORAGGIO**



Istruttorie



giugno 2017



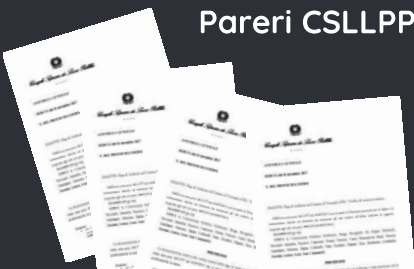
**NOTE
ESPLICATIVE**

marzo 2017



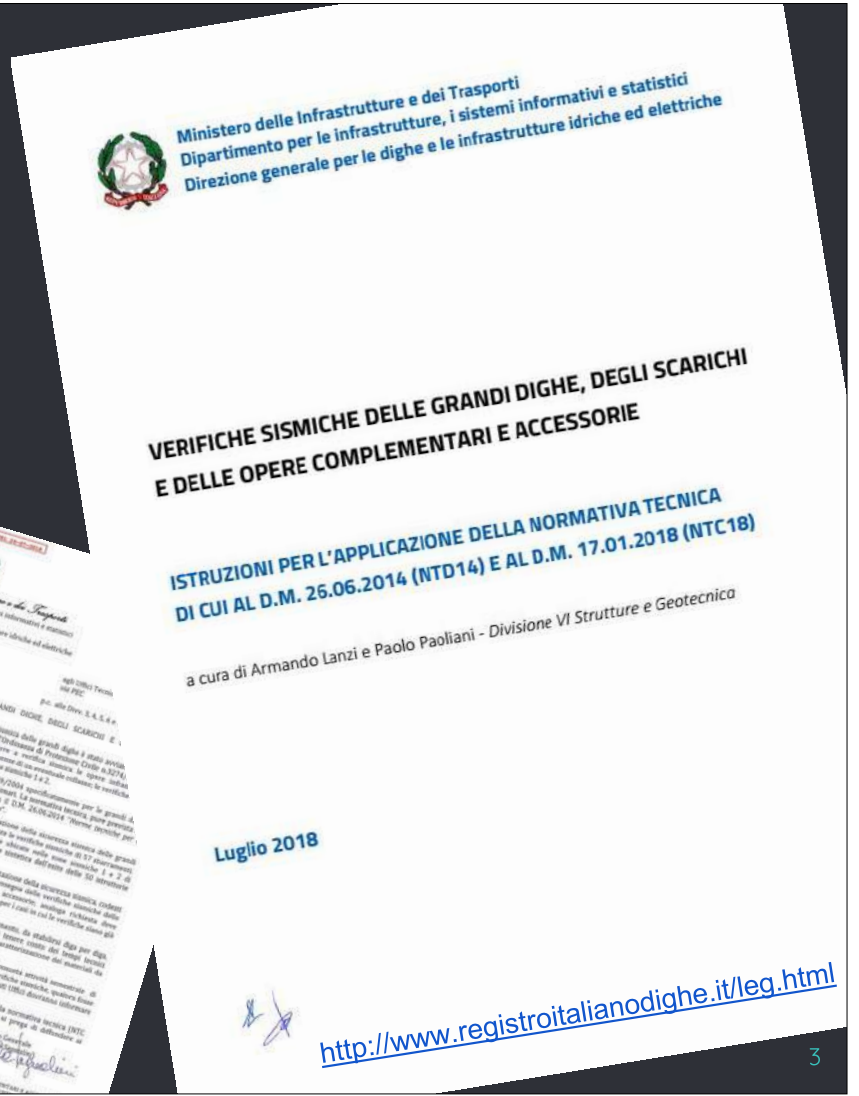
VOTO 7/2018

gennaio 2018



Pareri CSLPP

ISTRUZIONI



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Dipartimento per le Infrastrutture, i sistemi informativi e statistici
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche

VERIFICHE SISMICHE DELLE GRANDI DIGHE, DEGLI SCARICHI E DELLE OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE

ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA TECNICA DI CUI AL D.M. 26.06.2014 (NTD14) E AL D.M. 17.01.2018 (NTC18)

a cura di Armando Lanzi e Paolo Paoliani - Divisione VI Strutture e Geotecnica

Luglio 2018

<http://www.registroitalianodighe.it/leg.html>

SOMMARIO

I. DEFINIZIONI E ACRONIMI

II. SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

III. CRITERI DI MODELLAZIONE, ANALISI E VERIFICA

IV. DIGHE MURARIE

V. DIGHE DI MATERIALI SCIOLTI

VI. SCARICHI, SPONDE E OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE



Voto 7/2018 con
aggiornamenti NTC18

SOMMARIO	
I. DEFINIZIONI E ACRONIMI	2
II. SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE	3
III. CRITERI DI MODELLAZIONE, ANALISI E VERIFICA	7
IV. DIGHE MURARIE	16
V. DIGHE DI MATERIALI SCIOLTI	21
VI. SCARICHI, SPONDE E OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE	27



SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE IL PUNTO DI VISTA DI NTC

5

“

*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*

[NTC 2018 §2.1-Principi Fondamentali]

6

Sicurezza nei confronti degli **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

...I principali SLU sono...

“

Sicurezza nei confronti degli **STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)**

capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio

...I principali SLE sono...

Altri stati limite sono considerati in relazione alle specificità...

in presenza di azioni sismiche, gli SLU comprendono SLV e SLC

in presenza di azioni sismiche, gli SLE comprendono SLO e SLD

[NTC 2018 §2.1-2.2]

7



SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

IL PUNTO DI VISTA DI NTD

8

● NTD14, §C6 STATI LIMITE

○ In generale, la valutazione della sicurezza dei serbatoi deve essere effettuata con riferimento alle seguenti condizioni caratteristiche:

- 1. normale funzionamento
- SLO-----● 2. danni riparabili, senza rilascio incontrollato di acqua
- SLD-----● 3. danni non riparabili, senza rilascio incontrollato di acqua
- SLV-----● 4. danni che determinano il rilascio incontrollato di acqua, o comunque rischio di perdite di vite umane
- SLC-----● 5. collasso della struttura

L'uscita o l'entrata nelle varie condizioni caratteristiche definiscono quattro stati limite

due SLE **Stato Limite di immediata Operatività SLO**
Stato Limite di danno SLD

due SLU **Stato Limite di Salvaguardia della Vita SLV**
Stato Limite di Collasso SLC

In assenza di sisma solo SLD e SLV

● NTD14, §C6 STATI LIMITE

○ In generale, la valutazione della sicurezza dei serbatoi deve essere effettuata con riferimento alle seguenti condizioni caratteristiche:

- 1. normale fun
- SLO-----● 2. danni rip
- SLD-----● 3. danni no
- SLV-----● 4. danr
con
- SLC-----● 5. collo

L'uscita o l'entrata nelle varie condizioni caratteristiche definiscono quattro s

due SLE **Stato Limite di immediata Operatività SLO**
Stato Limite di danno SLD

due SLU **Stato Limite di Salvaguardia della Vita SLV**
Stato Limite di Collasso SLC

In assenza di sisma solo SLD e SLV



Principi fondamentali

La progettazione e costruzione degli impianti di ritenuta ai sensi delle NTD14 ha lo scopo di assicurare, con un adeguato livello di sicurezza:

- La permanenza della funzione di contenimento dell'acqua di invaso e della funzionalità degli organi necessari alla vuotatura controllata del serbatoio, anche in caso di eventi estremi;
- La capacità prestazionale necessaria all'esercizio dell'opera.

Si riprende in pratica il concetto generale introdotto dalle NTC secondo cui sia necessario garantire un adeguato margine di sicurezza nei confronti degli SLU (punto a) e degli SLE (punto b), laddove:

Gli **stati limite ultimi (SLU)** sono quelle condizioni che, se superate, comportano il rilascio incontrollato dell'acqua di invaso, con conseguente rischio per l'incolumità delle persone, rischio di gravi danni ambientali e sociali o rischio di fuoriuscita di servizio permanente dell'impianto di ritenuta;

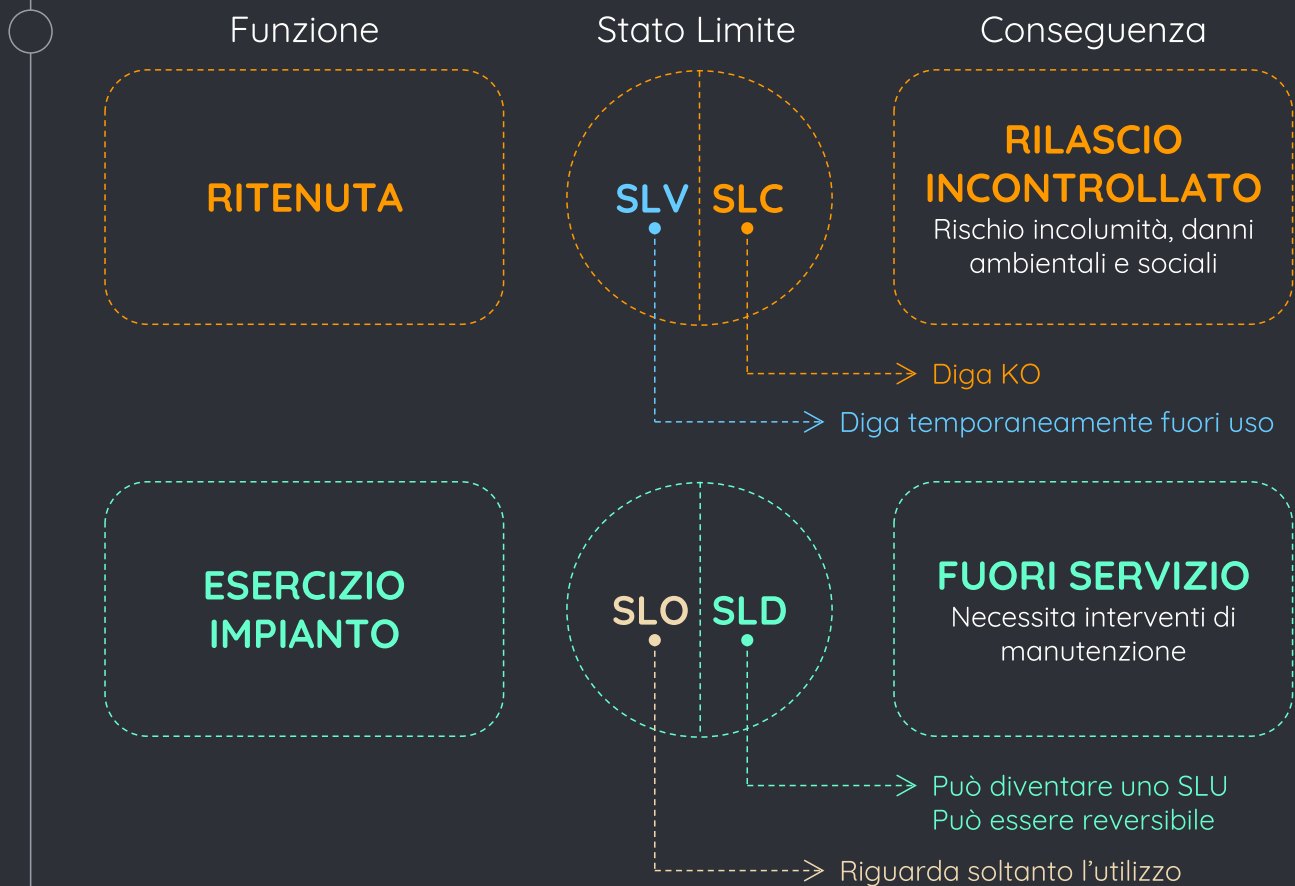
Gli **stati limite di esercizio (SLE)** sono quelle condizioni che, se superate, possono impedire il normale esercizio dell'impianto di ritenuta fino a quando non siano messi in atto interventi di manutenzione.

I livelli di sicurezza richiesti nei confronti degli SLU e SLE devono essere garantiti non soltanto dallo sbarramento in senso stretto, ma anche da tutte le opere che con esso interagiscono e che concorrono a garantire la funzionalità dell'impianto (SLE) e la capacità di ritenuta (SLU).

ISTRUZIONI, PRINCIPI FONDAMENTALI



● ISTRUZIONI, PRINCIPI FONDAMENTALI



13

● Stato Limite di Operatività **SLO**

È la condizione superata la quale l'impianto di ritenuta, pur mantenendo inalterati i livelli di sicurezza in relazione alla capacità di ritenuta e di deflusso controllato dell'acqua invasata, subisce danni lievi che impongono l'adozione di procedure di gestione diverse da quelle ordinarie.

Stato Limite di Operatività (SLO) è la condizione superata la quale l'impianto di ritenuta, pur mantenendo inalterati i livelli di sicurezza in relazione alla capacità di ritenuta e di deflusso controllato dell'acqua invasata, subisce danni lievi che impongono l'adozione di procedure di gestione diverse da quelle ordinarie. Al superamento dello SLO:

- lo sbarramento non ha subito danni né sono state registrate anomalie strumentali;
- gli scarichi di superficie e di fondo non hanno subito danni; le relative apparecchiature di manovra sono funzionanti, anche se alcune modalità di messa in funzione potrebbero risultare compromesse e richiedere un intervento di manutenzione ordinaria;
- tutte le misure di controllo del comportamento della diga possono essere effettuate regolarmente;
- la casa di guardia, pur rimanendo agibile, può aver subito danni alle parti non strutturali;
- la viabilità di servizio, pur rimanendo percorribile con mezzi ordinari, può aver subito dissesti che richiedano una manutenzione ordinaria;
- non sono mutate le condizioni di stabilità delle sponde;
- le opere di derivazione possono aver subito danni che, seppur riparabili rapidamente, non permettono al concessionario il pieno utilizzo della risorsa;
- la funzionalità degli impianti tecnologici può risultare compromessa.



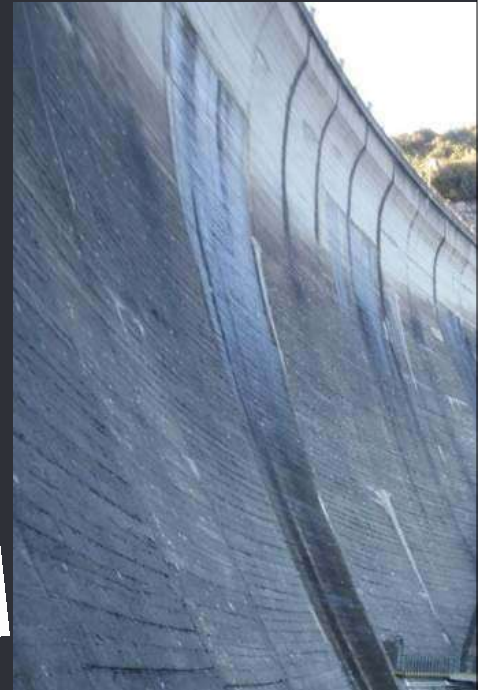
● Stato Limite di Danno SLD

È la condizione superata la quale l'impianto di ritenuta subisce **danni**, riparabili a seguito di **manutenzione ordinaria o straordinaria**, che non compromettono la capacità di ritenuta e non impediscono lo svolgimento delle operazioni necessarie a garantire la sicurezza dello sbarramento.

Stato Limite di Danno (SLD) è la condizione superata la quale l'impianto di ritenuta subisce danni, riparabili a seguito di manutenzione ordinaria o straordinaria, che non compromettono la capacità di ritenuta e non impediscono lo svolgimento delle operazioni necessarie a garantire la sicurezza dello sbarramento. Al superamento dello SLD:

- lo sbarramento è al più interessato da danni lievi agli elementi strutturali (p. es. fessure non passanti sui paramenti) e possono essersi registrate anomalie strumentali (p. es. incremento delle filtrazioni, spostamenti permanenti nelle dighe di materiali sciolti) che richiedono l'adozione di procedure di gestione non ordinarie (p. es. riduzione del livello di invaso), ma i livelli di sicurezza nei confronti della funzione di ritenuta sono rimasti inalterati;
- gli scarichi di superficie e di fondo non hanno subito danni tali da compromettere la funzione ad essi assegnata; eventuali danni agli scarichi di superficie non hanno alterato la loro capacità di smaltire la portata di progetto; eventuali danni agli scarichi profondi non ne impediscono l'azionamento, seppur con efficienza ridotta, in modo da permettere lo svuotamento del serbatoio; le apparecchiature di manovra sono funzionanti e azionabili con almeno una fonte di energia;
- le misure di controllo essenziali per la sicurezza possono essere effettuate, eventualmente con strumenti diversi da quelli normalmente adottati (p. es. in modalità manuale anziché automatica);
- non sono mutate le condizioni di stabilità delle sponde, ma possono essersi verificati dissesti locali;
- le opere di derivazione possono essere danneggiate senza che ciò comporti la fuoriuscita dell'acqua di invaso;

Le misure di illuminazione e sorveglianza possono essere fuori servizio.

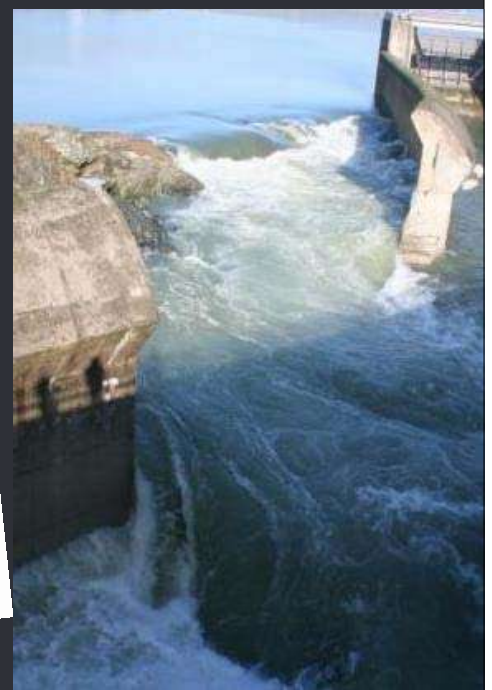


● Stato Limite di Salvaguardia della Vita SLV

È la condizione superata la quale l'impianto di ritenuta subisce **danni gravi**, tali da innescare il **rilascio incontrollato** dell'acqua invasata che può mettere a **rischio l'incolumità delle persone e dell'ambiente** a valle dello sbarramento.

Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) è la condizione superata la quale l'impianto di ritenuta subisce danni gravi, tali da innescare il rilascio incontrollato dell'acqua invasata che può mettere a rischio l'incolumità delle persone e dell'ambiente a valle dello sbarramento. Lo SLV si intende superato quando ricorrono una o più tra le seguenti condizioni:

- lo sbarramento ha subito danni gravi quali, ad esempio, dislocazioni di conci, crolli che interessano porzioni limitate del corpo diga, generalmente poste nella parte sommitale, apertura di fessure o di giunti costruttivi. A questi danni può essere associata la formazione di vie di fuoriuscita dell'acqua che innescano lo svuotamento, incontrollato ma limitato, del serbatoio. Il verificarsi del processo di filtrazione non deve comunque causare una propagazione del danno che porti, progressivamente, al collasso dell'intera struttura di ritenuta. Lo SLV può essere raggiunto anche in assenza di filtrazione, al verificarsi di spostamenti permanenti del corpo diga che facciano ritenere necessario mantenere il serbatoio vuoto fino a quando non siano effettuati interventi strutturali per il ripristino della capacità di invaso;
- gli scarichi di superficie o di fondo hanno subito danni tali da metterli fuori servizio. Lo scarico di superficie è in condizioni tali da non poter smaltire in sicurezza la portata di progetto; gli scarichi profondi non sono azionabili. Il serbatoio deve essere svuotato ricorrendo a procedure d'urgenza da valutarsi caso per caso;
- si sono verificati fenomeni di instabilità delle sponde dell'invaso tali da generare l'innalzamento del livello del serbatoio e la conseguente tracimazione di una diga muraria.



● Stato Limite di Collasso **SLC**

È la condizione superata la quale si verifica il **crollò della struttura di ritenuta**, con conseguente **svuotamento incontrollato** dell'intero serbatoio o comunque di un suo volume rilevante.

Si intende raggiunto anche in presenza di danni gravi che innescano un processo di filtrazione inizialmente limitato, ma capace di propagarsi fino al collasso. Lo SLC è raggiunto anche quando si verificano fenomeni di instabilità delle sponde dell'invaso tali da generare l'innalzamento del livello del serbatoio e la conseguente tracimazione di una diga di materiali sciolti.



Tutti gli Stati Limite sono riferiti all'insieme diga, scarichi, sponde, opere complementari



- ✓ La precedente elencazione **non è esaustiva**
- ✓ Il **progettista deve identificare e classificare**, nel rispetto dei principi fondamentali espressi dalla norma, le condizioni associate al raggiungimento degli stati limite **caso per caso**
- ✓ È possibile adottare livelli di sicurezza più stringenti, *a condizione che tale scelta non comporti immotivati maggiori oneri economici, ambientali e sociali*

III. CRITERI DI MODELLAZIONE, ANALISI E VERIFICA

III.1 ASPETTI GENERALI

III.1.1 Preliminarmente alla valutazione di sicurezza è necessario esaminare il comportamento dello sbarramento durante l'esercizio, evidenziando eventuali insufficienze originarie legate a carenze progettuali o realizzative, o criticità successivamente intervenute. A tal proposito, si richiama quanto previsto dal §8.5.1 (Analisi storico-critica) delle NTC18 che recita: *Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché gli eventi che lo hanno interessato. Questo principio ha carattere generale e si applica sempre, qualunque sia l'oggetto della valutazione (diga, scarichi, opere accessorie).*

III.1.2 Il riesame della sicurezza delle dighe esistenti ha come oggetto opere già definite in geometria, proprietà fisiche dei materiali, comportamento meccanico dei materiali e schemi di funzionamento. Le proprietà dei materiali, intrinseche e/o di stato, sono spesso mutate nel corso dell'esercizio dell'opera e devono pertanto essere preliminarmente caratterizzate eventualmente integrando (o controllando) quanto noto dalle fasi progettuali e costruttive con nuove prove di sito e di laboratorio. Non è sufficiente dunque il riferimento alla documentazione delle fasi progettuali e costruttive. Parimenti, possono essere variati nel tempo gli schemi di funzionamento dell'opera. Da un attento esame interpretativo dei dati strumentali dedotti dalla documentazione disponibile deve essere desunto lo schema corrente di funzionamento dell'opera. In particolare, anche attraverso l'esame della documentazione disponibile, occorre:

- caratterizzare i materiali a mezzo di prove in sito e prove di laboratorio⁶;
- controllare il comportamento dell'opera mediante l'esame della serie storica dei dati di monitoraggio;
- considerare i vari aspetti riguardanti la sicurezza (interrimento, opere di scarico, casa di guardia, potenziali situazioni critiche delle sponde, altre opere rilevanti);
- porre attenzione all'esame della risposta della diga agli eventi sismici avvenuti durante l'esercizio.

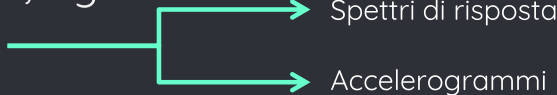
III.1.3 L'analisi critica dei dati esistenti rappresenta il necessario presupposto sul quale basare la verifica sismica. L'analisi delle misure delle fasi statiche caratterizza il comportamento d'insieme dell'opera corrispondente alla condizione iniziale nella quale incardinare gli scenari sismici di verifica del comportamento sismico.

Analisi del comportamento sismico è condotta, fra l'altro, al fine di verificare se vi sia pericolo di cedimento di un evento sismico. L'obiettivo richiede che, oltre alla previsione delle fasi sismiche, siano anche condotte: a) la verifica delle previsioni teoriche; b) la previsione teorica del comportamento sismico per il controllo

● ASPETTI GENERALI

- Esaminare il **comportamento durante l'esercizio**, evidenziando eventuali insufficienze
- Considerare **tutte le informazioni** disponibili (misure, indagini, eventi passati)
- Formulare un **giudizio complessivo** sullo stato dell'impianto
- Predisporre piano per il **controllo in fase post-sismica**
- Approccio di **analisi graduale**, confrontando i risultati
- Esprimere un **giudizio ingegneristico**
 - Tenendo conto dei risultati di tutte le analisi numeriche
 - Considerando le **vulnerabilità esistenti** e quelle potenziali

● AZIONE SISMICA

- Congruente con NTC18
- Studio sismotettonico se $a_g \geq 0,15g$
 - Definizione **pericolosità** del sito 
 - Valutazione pericolo di **fagliazione** superficiale
- Per lo **studio di pericolosità**:
 - Normalmente PSHA, ammessa DSHA per SLC
 - Tenere conto della Risposta Sismica Locale
 - Congruenza nuove GMPE con pericolosità “di base”
- Per la **selezione accelerogrammi**:
 - Uso di registrazioni spettro-compatibili
 - Spettro-compatibilità 2D-3D secondo criteri circolare NTC18

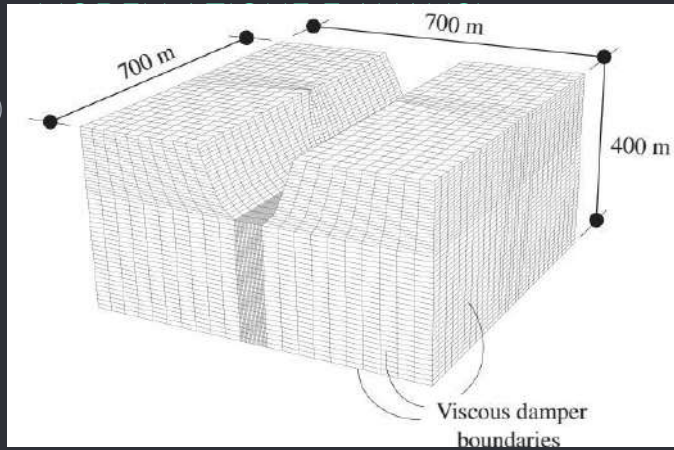
Auspicabile maggiore congruenza tra NTC e studi pericolosità

21

● MODELLAZIONE E ANALISI

- Caratterizzazione materiali con dati noti + indagini
 - Coordinamento tra soggetti -> **indagini mirate**
 - **Analisi parametriche** se caratterizzazione è incerta
 - Eventuale uso di FC, motivandoli
- Analisi statica precede, sempre, l'analisi sismica
- Calibrazione dei modelli di calcolo
- Normalmente, analisi lineari fino a SLD
- Interazione terreno-struttura
 - **NON AMMESSO UTILIZZO ARBITRARIO DI $\xi > 5\%$**
 - **NECESSARIE ANALISI DI VALIDAZIONE MODELLI** (specie 3D)

22



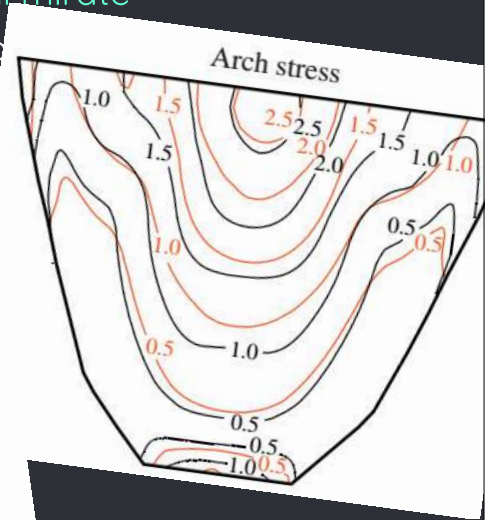
on dati noti + indagini

indagini mirate

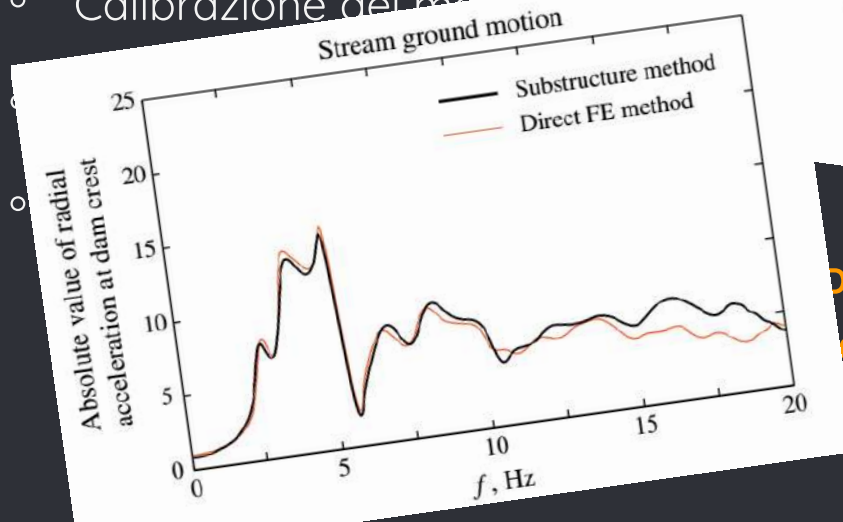
erizzazione

oli

re, l'o



- Calibrazione dei modelli



DI $\xi > 5\%$

MODELLI (specie 3D)

IV. DIGHE MURARIE

IV.1 GENERALITÀ

IV.1.1 Quanto di seguito riportato per il per strutture in muratura di pietrame e mal

IV.1.2 Nel calcolo delle sollecitazioni in tenere conto della viscosità del calcestruzzo: Non è trascurabile l'effetto della maggior conseguenza di diverse cause concorrenti: modulo ridotto fino al 50% (rispetto ai modalità di calcolo e la combinazione de specialmente nel caso di analisi con modi

IV.1.3 Per le dighe a gravità massiccia nelle combinazioni, se producono variaz rettilinee dotate di giunti trasversali). Gi considerazione la reale variabilità dei ca può essere dovuta, ad esempio, a partic

IV.1.4 Nelle verifiche di resistenza la lungo le superfici di discontinuità (nel della roccia di fondazione sono param alla caratterizzazione di questi param misurata con una prova indiretta (br roccia di fondazione e delle sue discor alcuni importanti parametri di input. che siano correlati da una adeguata

V. DIGHE DI MATERIALI SCIOLTI

V.1 MATERIALI

V.1.1 La caratterizzazione dei materiali in campo dinamico deve essere effettuata con specifici sito o in laboratorio; le prove di laboratorio (prove dinamiche e prove cicliche) devono co determinare, in aggiunta al modulo di taglio G_0 , il rapporto di smorzamento iniziale D_0 e le variaz in funzione della deformazione tangenziale γ . In mancanza di prove, o nell'impossibilità di effe terre a granulometria grossolana, occorre considerare l'influenza della possibile variazione dei p maggiore importanza conducendo opportune analisi di sensitività. Per la definizione dei param complessi si dovranno condurre adeguate prove di laboratorio: in questo ambito, quando le c angolari superano la soglia volumetrica, sono di particolare importanza le prove che co determinare le variazioni volumetriche e l'aumento delle pressioni interstiziali durante i c quantificando, nel caso di comportamenti contraenti, l'entità delle sovrappressioni in funzione c cicli o dell'intensità della deformazione distorsionale, nonché, nel caso di comportament riduzione della resistenza al crescere delle deformazioni.

V.1.2 È necessario effettuare verifiche a liquefazione per tutti i materiali della diga o della f caratteristiche granulometriche critiche.

V.1.3 Per dighe in esercizio da molti anni è necessario verificare la granulometria delle d corpo diga. Nel caso di una diga zonata la definizione della distribuzione granulometrica de dello sbarramento non può essere acquisita da prove realizzate all'epoca del progetto e de ma deve costituire un approfondimento sperimentale propedeutico alle diverse finalità della (verifica dei filtri, verifiche alla liquefazione, previsione del campo di spostamenti, previsione di stabilità).

V.2 MODELLAZIONE

V.2.1 I risultati delle analisi dinamiche complete, richieste dalla norma, possono confrontati con quelli ottenuti da analisi dinamiche semplificate (Newmark).

V.2.2 Per tutte e due le tipologie di analisi è particolarmente importante con ricostruzione del regime delle pressioni interstiziali, necessaria per la valutazione delle t ricostruzione del regime delle pressioni interstiziali, necessaria per la valutazione delle t ricostruzione del regime delle pressioni interstiziali, necessaria per la valutazione delle t

²⁸ In particolare, in relazione ai valori de azione si sottolinea che: calcestruzzo bassi v



VI. SCARICHI, SPONDE E OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE

Le verifiche sismiche devono riguardare tutte le opere strutturali e geotecniche che fanno parte dell'impianto di ritenuta e che concorrono a garantire le prestazioni attese per i diversi stati limite specificate al precedente capitolo II.

Pertanto, il concessionario deve preliminarmente identificare²⁴ le opere da sottoporre a verifica, escludendo quelle di importanza secondaria la cui risposta non interagisce con l'esercizio e la sicurezza dell'impianto. Quindi, le verifiche devono essere condotte rispettando le indicazioni generali date al precedente capitolo III, con le precisazioni che seguono.

VI.1 AZIONI E LIVELLI DI SICUREZZA

Dal momento che i livelli di sicurezza da rispettare sono definiti con riferimento all'intero impianto di ritenuta e non al solo sbarramento, per la verifica delle opere accessorie²⁵ si considerano le stesse azioni ambientali utilizzate per la verifica dello sbarramento. Pertanto, si ribadisce che:

- l'azione sismica è caratterizzata assumendo lo stesso periodo di riferimento V_k definito per lo sbarramento;
- nei casi previsti dalle NTD14 (quando dalla pericolosità di base risulta $a_k \geq 0,15 g$), l'azione sismica è definita tenendo conto dello studio sismotettonico di sito di cui al III.2²⁶.

VI.2 SCARICHI

Rientrano in questa categoria le opere e i componenti (p. es. le paratoie) che consentono lo scarico, libero o volontario, dell'acqua invasata.

I criteri di modellazione e i metodi di analisi e verifica degli scarichi sono generalmente gli stessi che si utilizzano per il progetto delle costruzioni civili. Pertanto, si fa riferimento alle indicazioni delle NTC18 e della C-NTC08 integrate, dove necessario, dagli Eurocodici e da altri riferimenti normativi di comprovata validità.

La verifica degli scarichi agli stati limite ultimi si effettua con riferimento al solo SLV.

La verifica degli scarichi agli stati limite di esercizio si effettua, di norma, con riferimento allo SLO e allo SLD. È spesso possibile effettuare un'unica verifica adottando l'azione corrispondente allo SLD e i criteri di verifica verificando l'assenza di danni sotto effetto dell'azione sismica relativa allo SLD).

verifiche sismiche ed è stata concordata con il

● SCARICHI, SPONDE, OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE

- **Identificazione** delle opere ... che concorrono a garantire le prestazioni attese per i diversi Stati Limite
 - Effettuata dal concessionario
 - Confermata da UTD
- Livelli di sicurezza pari a quelli dello sbarramento (V_n, C_U)
- **Scarichi**: SLO, SLD, SLV
- **Costruzioni**: come previsto da NTC
- **Sponde**: normalmente solo SLC
- **Opere interrato**: entità spostamenti residui SLO, SLD, SLV
- **Impianti**: SLO, SLD, SLV o SLC da valutare



CONCLUSIONI

27

- | | |
|--|---|
| <p>○ Lo Stato Limite è</p> <p>Una condizione riferita all'impianto di ritenuta (diga + scarichi + op.acc +....)</p> | <p>Lo Stato Limite NON è</p> <p>Una scala di misura del danno dello sbarramento</p> |
| <p>○ Progettare agli SL è</p> <p>Identificare le condizioni limite e quantificare il corrispondente livello di sicurezza (D/C)</p> | <p>Progettare agli SL NON è</p> <p>Applicare un insieme di regole di combinazione e di coefficienti</p> |
| <p>○ Per farlo è necessario</p> <p>Il giudizio ingegneristico</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Individuare le vulnerabilità✓ Elaborare metodo di analisi appropriato✓ Interpretare risultati numerici | <p>Per farlo NON esiste</p> <p>Una ricetta da seguire (≠ istruzioni "perfette")</p> |

28

Il ricorso al **giudizio ingegneristico** vale in particolar modo per le dighe, per le quali non disponiamo di un'ampia casistica sperimentale



Nell'attesa di perfezionare metodi di analisi, modelli di calcolo e criteri di verifica è necessario affidarsi alla **robustezza** (sempre “*utile*”...)

Le verifiche sismiche sono dunque finalizzate a **conoscere, prevedere e quantificare le vulnerabilità**

29

Grazie!



armando.lanzi@mit.gov.it

30

COSTRUZIONI IN C.A. ELEMENTI NON STRUTTURALI E IMPIANTI

EDOARDO COSENZA, UNIVERSITÀ DI NAPOLI FEDERICO II – UNI CIS

Professore ordinario di Tecnica delle Costruzioni dell'Università Federico II di Napoli e Presidente della Commissione Ingegneria Strutturale dell'UNI. È stato componente della Commissione Tecnico Scientifica per la gestione della ricostruzione rapida, terremoto di L'Aquila, 2009 e collaudatore e consulente per importanti opere strutturali innovative in zona sismica, fra cui l'Auditorium Oscar Niemeyer a Ravello, l'Ospedale del mare a Napoli, il Policlinico Universitario di Germaneto - Catanzaro. Dal 2010 al 2015 ha ricoperto il ruolo di Assessore ai lavori pubblici, difesa suolo e protezione civile della Regione Campania.

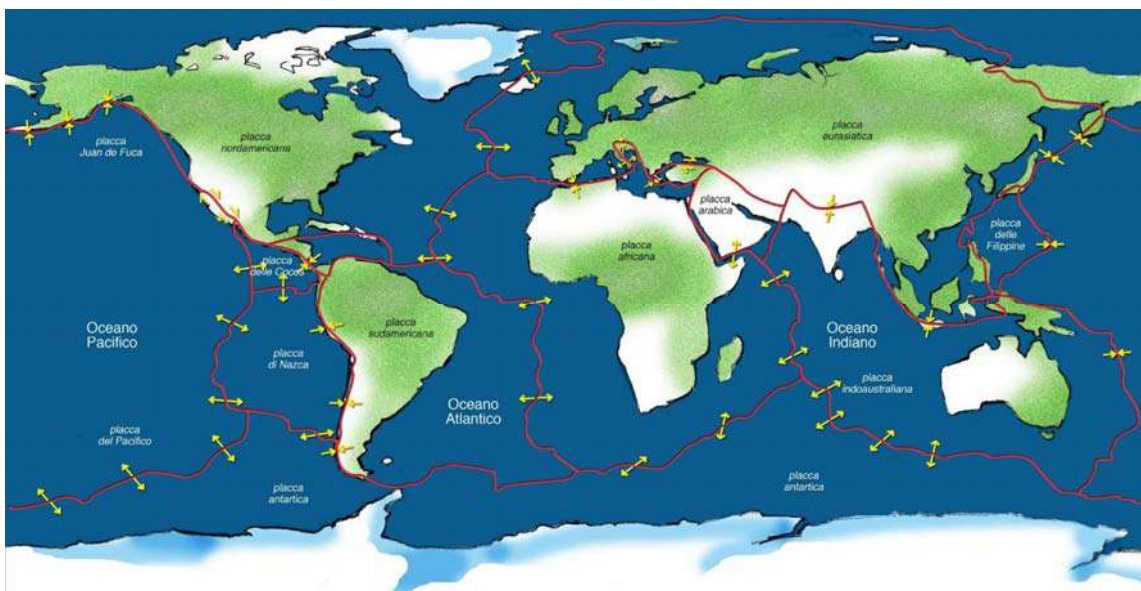
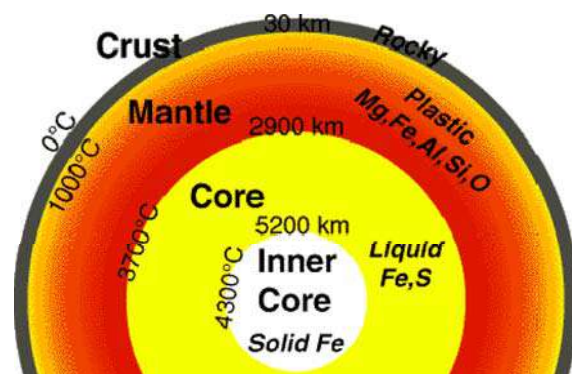


NTC 2018 , DM 17/01/2018

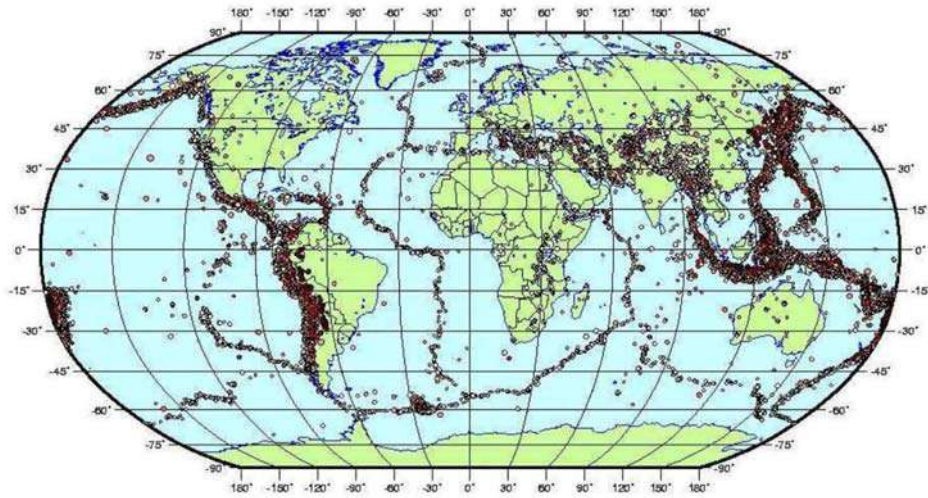
ROMA, MIT_FEDERBETON, 4 ottobre 2018

Progettazione per azioni sismiche
Costruzioni in calcestruzzo armato

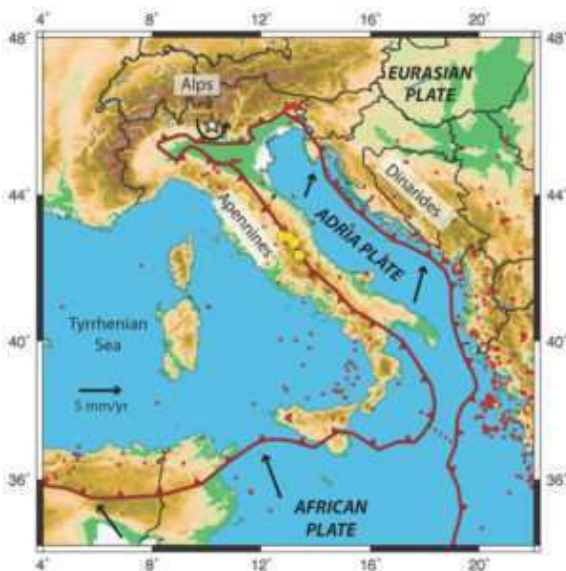
Edoardo Cosenza, Università di Napoli Federico II

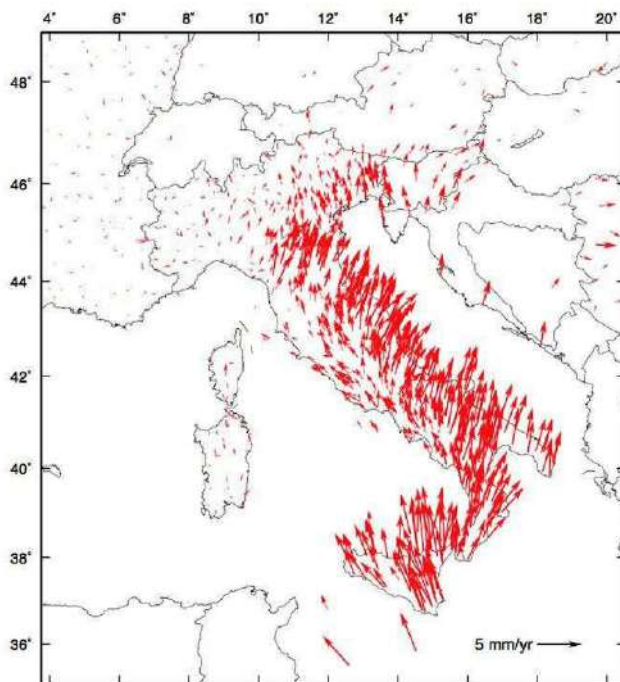


Distribuzione terremoti nel mondo / placche tettoniche



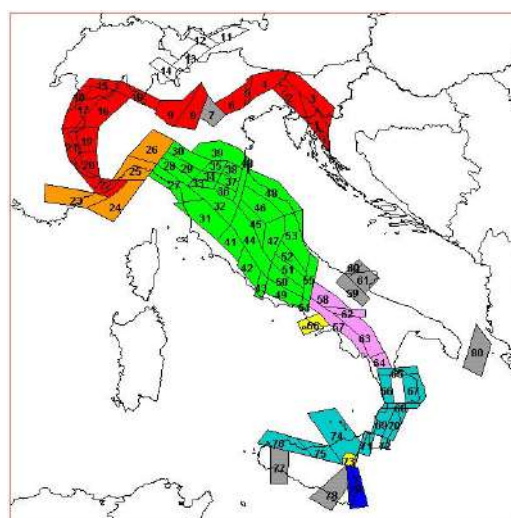
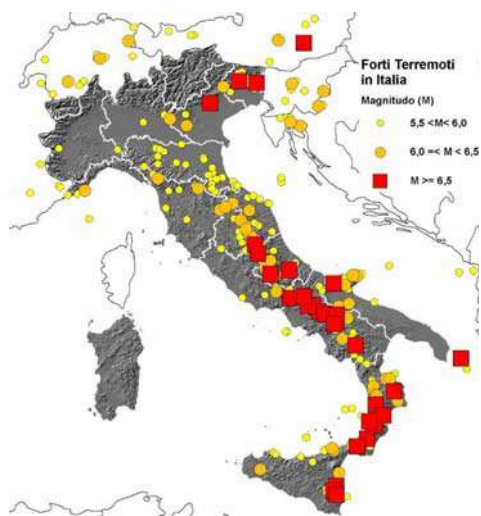
I lenti movimenti delle placche fanno avvenire i terremoti, principalmente al confine fra le placche stesse





GPS data

- GPS velocity field from CNT-Geodetic Analysis Working Group (Devoti et al., 2016)
- 934 continuous CGPS
- Min. obs. interval 3.5 yrs
- 84 stations excluded (volcanic areas, discrepant with regional velocity)

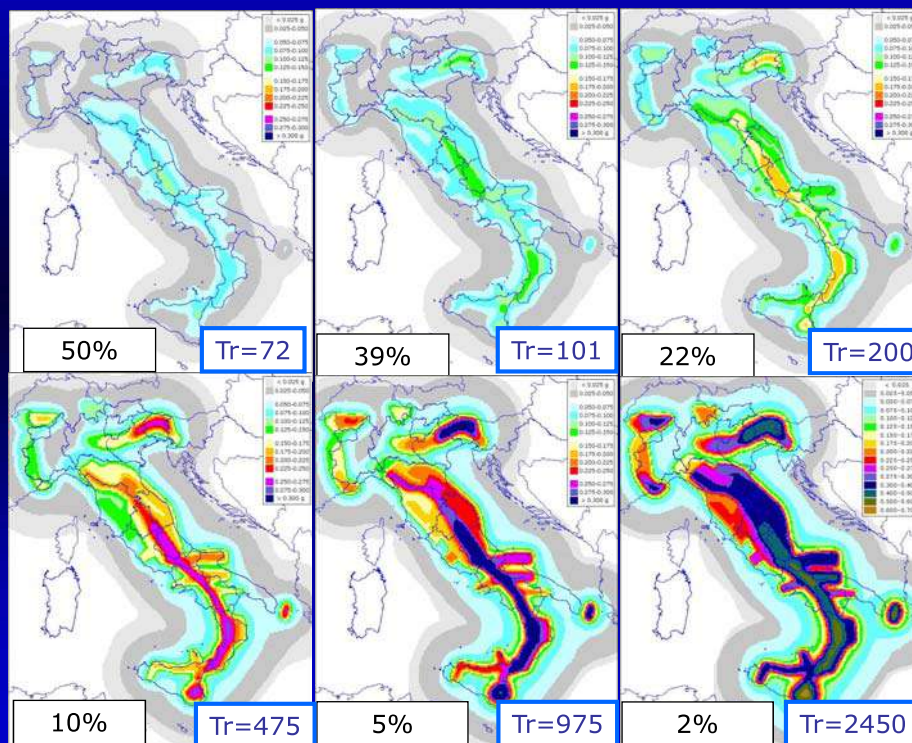


- a
- b
- c
- d
- e
- f
- g
- h
- i

9 Mappe di pericolosità INGV _ DPC _ NTC

Periodo ritorno: 30y, 50y, 72y, 101y, 140y, 201y, 475y, 975y, 2475y

Probabilità superamento in 50y: 81%, 63%, 50%, 39%, 30%, 22%, 10%, 5%, 2%



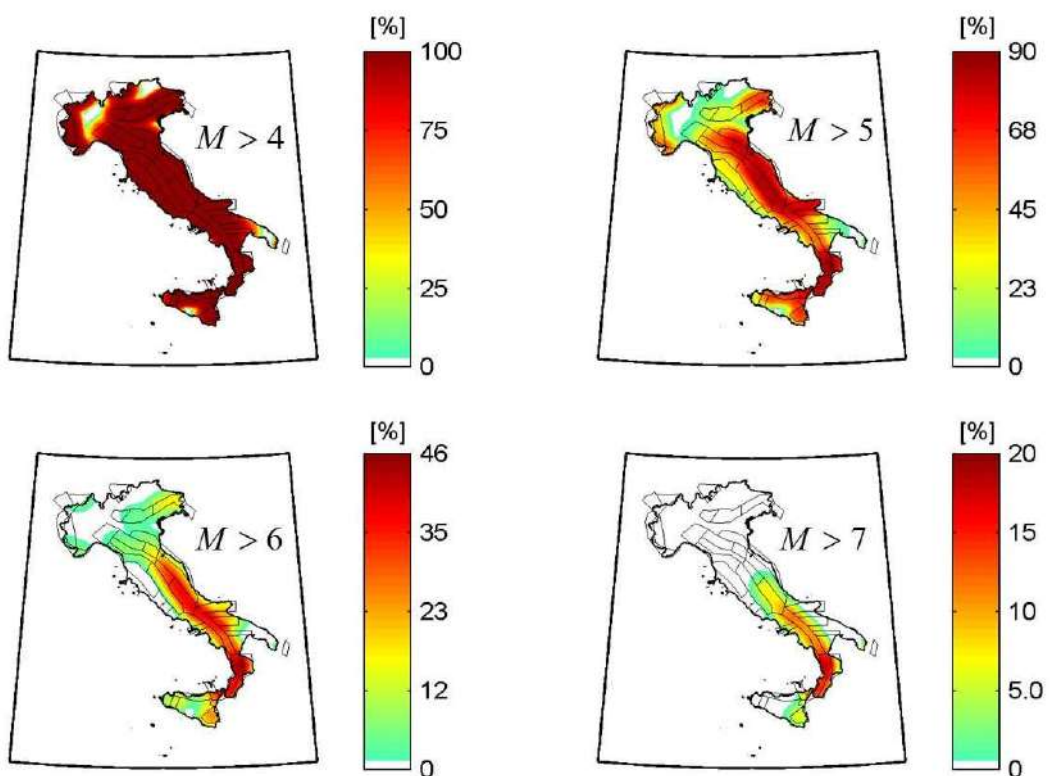
Cortesia prof Iunio iervolino, Dist

Probabilità che un terremoto in Italia superi una certa Magnitudo M

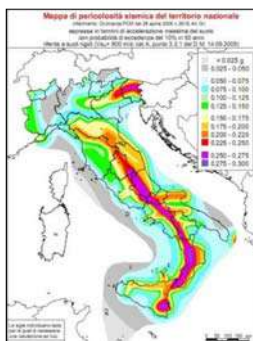
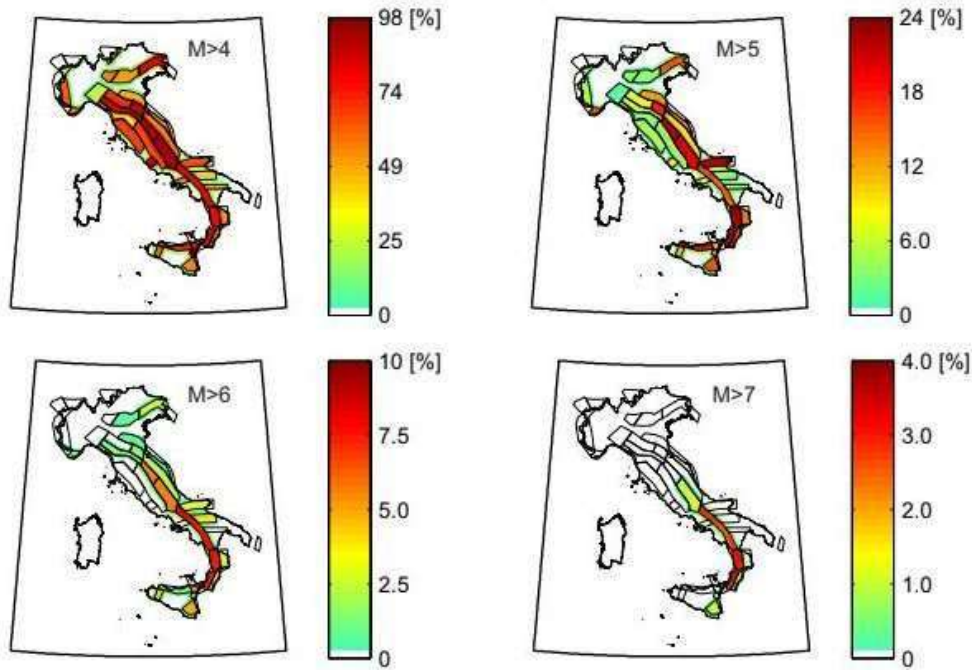
	M>4	M>5	M>6	M>7
10 anni	1.0	1.0	0.7	0.2
20 anni	1.0	1.0	0.9	0.3
50 anni	1.0	1.0	1.0	0.7

Cortesia prof Iulio Iervolino, Dist

Probabilità di occorrenza in cinquant'anni di almeno un terremoto **entro 50km**



Probabilità di occorrenza in cinquant'anni di almeno un terremoto entro 15 Km



PERICOLOSITA'



VULNERABILITA'



ESPOSIZIONE

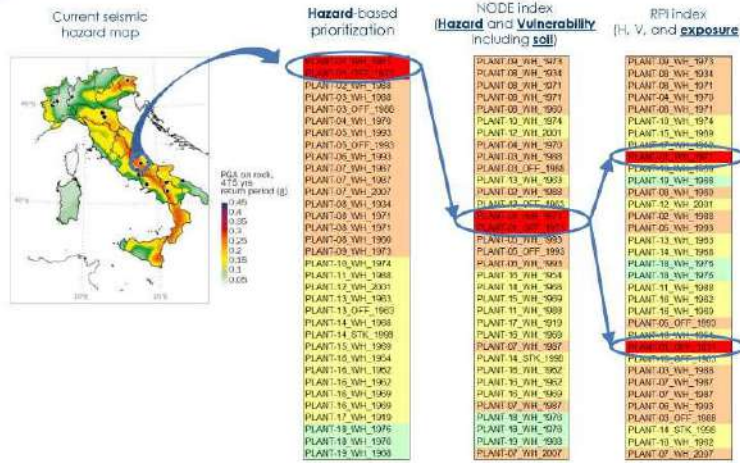


II RISCHIO SISMICO dipende (è il prodotto di)
PERICOLOSITA', VULNERABILITA', ESPOSIZIONE.

Level – 1: Quantitative Seismic Risk Prioritization

$$\text{Risk Priority Index} = \text{EI} \cdot \left(\frac{\text{Demand}}{\text{Capacity}} \right)$$

Exposure Index Nominal Deficit



Plant 1

- Located in the area with the **highest seismic hazard**
- Erected in 1971
- Territory classified as seismic prone since 1915

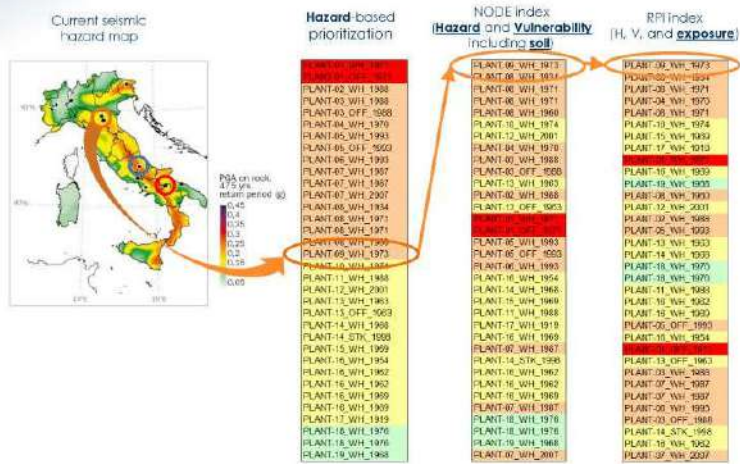
- Founded on **good subsoil**
- Made of a workshop bld. (WH) with **high value** and office bld. (OFF) with **low value**

Thanks to: Eng. Fabio Petruzzelli, Phd _ AXA Matrix

Level – 1: Quantitative Seismic Risk Prioritization

$$\text{Risk Priority Index} = \text{EI} \cdot \left(\frac{\text{Demand}}{\text{Capacity}} \right)$$

Exposure Index Nominal Deficit



Plant 9

- Located in the area with an **average/low seismic hazard**
- Erected in 1973
- Territory **NOT** classified as seismic prone until 2003

- Founded on **POOR subsoil**
- HIGH** value at risk

Top ranking plant

Thanks to: Eng. Fabio Petruzzelli, Phd _ AXA Matrix

Figure from: Iervolino, I., Petruzzelli, F. (2011) NODE v.1.0 beta: attempting to prioritize large-scale seismic risk of engineering structures on the basis of nominal deficit, atti di XIV Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia", ANIDIS. http://wpape.unina.it/univervo/papers/Petruzzelli_Iervolino_ANIDIS_2011.pdf

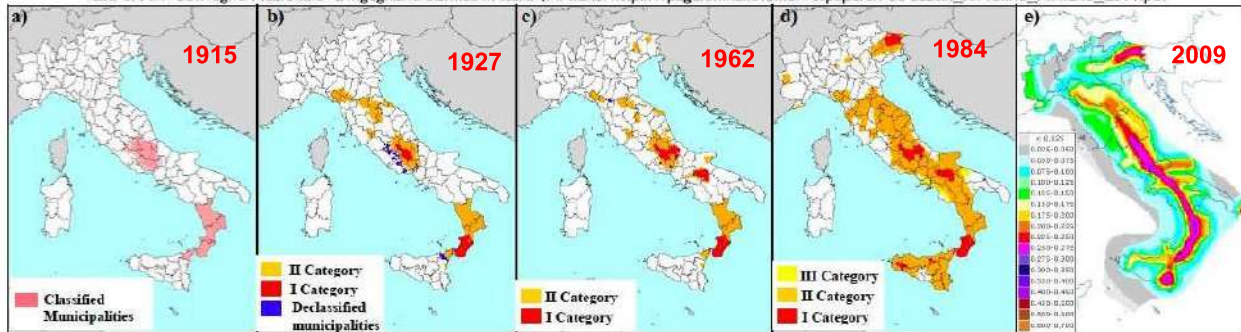


Figure 2. Italian seismicity map after year 1915 (a), 1927 (b), 1962 (c), 1984 (d) and 2009 (e) codes. The latter is based on PGA on rock with 10% exceedance probability in 50 yr .

1ª GIORNATA NAZIONALE DELLA PREVENZIONE SISMICA | 30 SETTEMBRE 2018 ROMA



Evoluzione della Classificazione Sismica Italia

Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura

Contatti:
Ing. C. Del Gaudio - carlo.delgaudio@unina.it
Ing. P. Ricci
Prof. Ing. G. M. Verderame

Normative di riferimento

Inserisci anno [aaaa] e clicca invio Clear

Oppure in alternativa ricerca la normativa nell'elenco sottostante:

- RDL 193 18-04-1909
- RDL 1335 11-10-1914
- RDL 2061 28-08-1924
- RDL 431 13-03-1927**
- RDL 640 25-03-1935
- RDL 2105 22-11-1937
- DM 1594-1861 27-05-1959
- L 1684 25-11-1962
- DM 565 23-08-1965
- DM 1322 06-11-1965

Elenco dei Comuni italiani

Amatrice Clear

Oppure in alternativa ricerca nell'elenco sottostante:

- Abano Terme
- Abbadia Cerreto
- Abbadia Lariana
- Abbadia San Salvatore
- Abbasanta
- Abbateglio
- Abbategrasso
- Abetone
- Abriola
- Acate
- Accadia
- Accigli
- Accettura
- Acciano
- Accumoli

Evoluzione della classificazione sismica del Comune

Nome	Amatrice
Codice ISTAT	12057002
RDL 193 18-04-1909	NC
RDL 1335 11-10-1914	NC
RDL 2061 28-08-1924	NC
RDL 431 13-03-1927	ZS 2
RDL 640 25-03-1935	ZS 2
RDL 2105 22-11-1937	ZS 2
DM 1594-1861 27-05-1959	ZS 2
L 1684 25-11-1962	ZS 2
DM 565 23-08-1965	ZS 2
DM 1322 06-11-1965	ZS 2
DM 26-09-1968	ZS 2
DM 10-03-1969	ZS 2
DM 629 14-05-1973	ZS 2
DM 15-09-1976	ZS 2
DM 21-02-1979	ZS 2
DM 22-09-1980	ZS 2
DM 07-03-1981	ZS 2
DM 515 03-06-1981	ZS 2
DM 26-06-1981	ZS 2
DM 23-09-1981	ZS 2
DM 09-10-1981	ZS 2
DM 11-01-1982	ZS 2
DM 04-02-1982	ZS 2
DM 19-03-1982	ZS 2
DM 14-05-1982	ZS 2
DM 27-07-1982	ZS 2

NTC 2008

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

NTC 2018

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

Definizione Stati Limite Sismici: NTC 2017 = NTC 2008



Gli stati limite di esercizio sono:

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

Gli stati limite ultimi sono:

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

Stati Limite		P_{Vr} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_r		
Stati limite di esercizio	SLO	$\lambda = 3,33\%$	81%	$Tr = 30$ anni
	SLD	$\lambda = 2\%$	63%	$Tr = 50$ anni
Stati limite ultimi	SLV	$\lambda = 0,21\%$	10%	$Tr = 475$ anni
	SLC	$\lambda = 0,1025\%$	5%	$Tr = 975$ anni

Stato Limite di Operatività (SLO)_Tr=30y: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD)_50y: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature;

Stato Limite di Salvaguardia delle Vita (SLV)_Tr=475y: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)_Tr=975y: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.



Controsoffittature e componenti, L'Aquila





Available at: <http://www.fema.gov/plan/prevent/earthquake/fema74/>
Last Modified: January 2011



Figure 6.3.1.4-3 Glazing damage was observed in many residential and commercial buildings and hospitals throughout central Chile following the 2010 magnitude-8.8 Chile Earthquake (Photo courtesy of Eduardo Miranda, Stanford University).

Ospedale San Salvatore L'Aquila

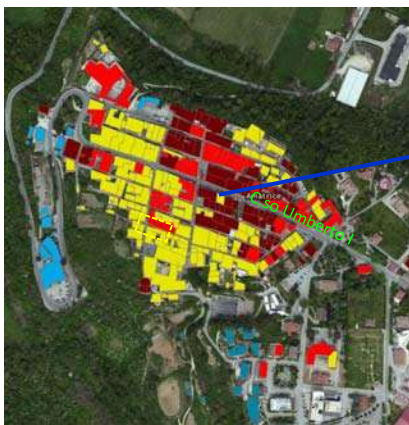


Tamponature,
L'Aquila



AMATRICE «EDIFICIO ROSSO»

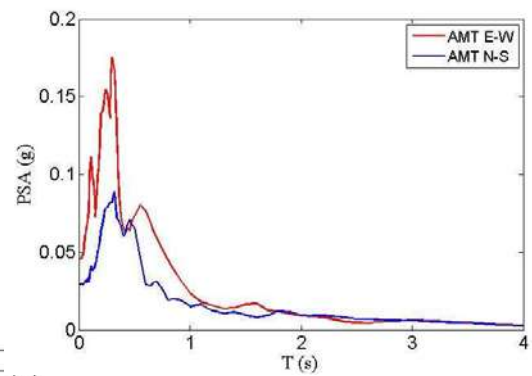
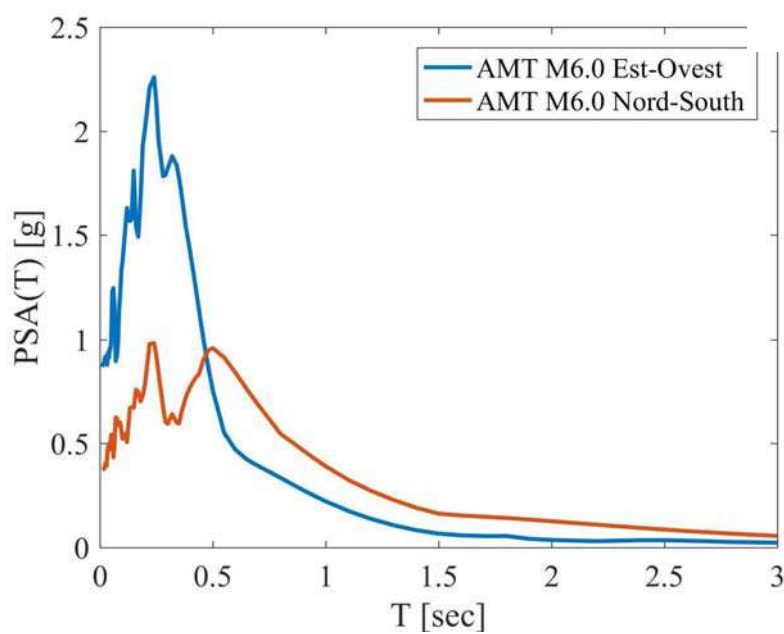
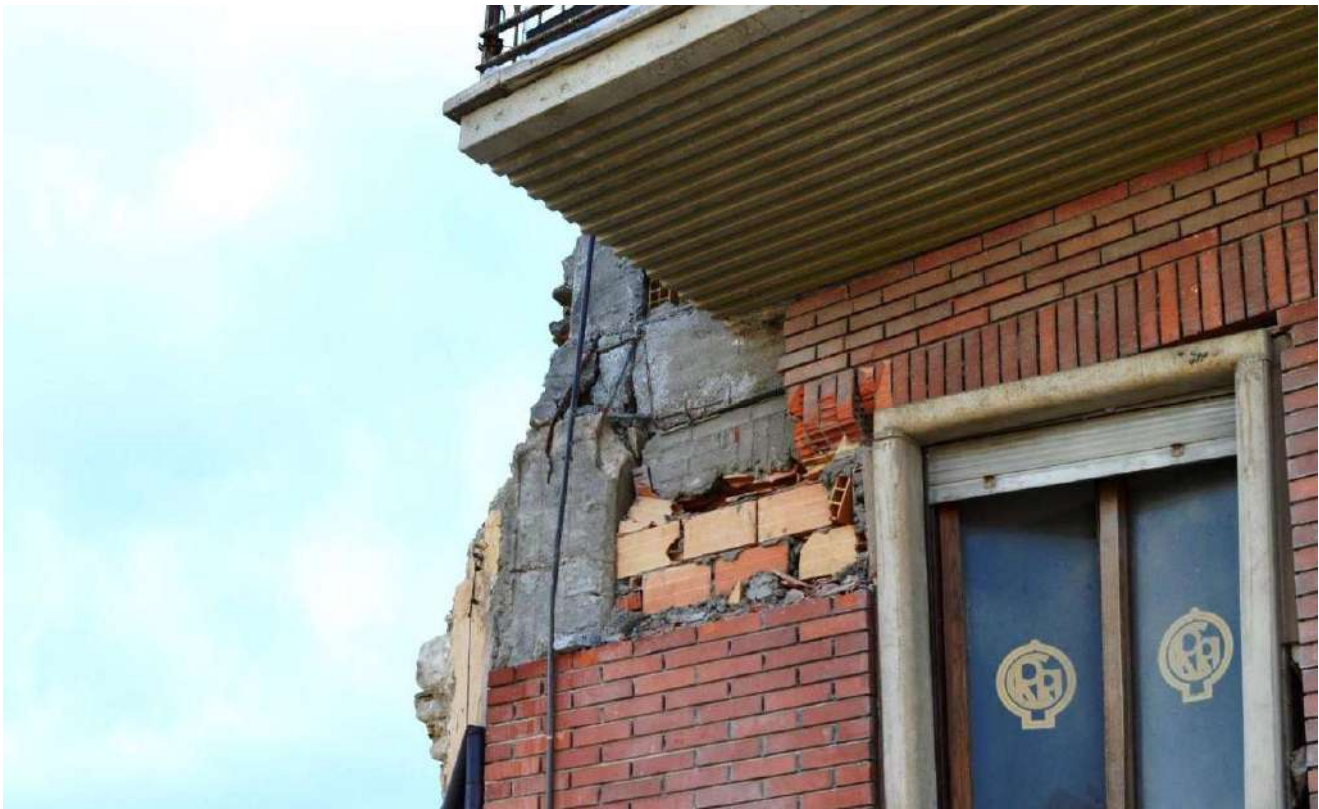
Corso Umberto I





AMATRICE «EDIFICIO ROSSO»

Corso Umberto I



**Crollo per accelerazioni
pari a circa 1/10
di quelle a cui aveva resistito**



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							
	SLD	RIG	RIG			RES		FUN
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)

7.3.6.2.ELEMENTI NON STRUTTURALI (NS)

VERIFICHE DI STABILITA'

Per gli elementi non strutturali devono essere adottati magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della Fa corrispondente allo SL e alla CU considerati

7.3.6.3 IMPIANTI

VERIFICHE DI FUNZIONAMENTO (FUN)

Per gli impianti, si deve verificare che gli spostamenti strutturali o le accelerazioni (a seconda che Gli impianti siano più sensibili all'effetto dei primi o delle seconde) prodotti dalle azioni relative allo SL e alla CU Considerati non siano tali da produrre interruzioni d'uso degli impianti stessi

VERIFICHE DI STABILITA' (STA)

Per ciascuno degli impianti principali, i diversi elementi funzionali costituenti l'impianto, compresi gli elementi strutturali che li sostengono e collegano, tra loro e alla struttura principale, devono avere capacità sufficiente a sostenere la domanda corrispondente allo SL ed alla CU considerati.

VERIFICHE DI RESISTENZA E VERIFICHE DI DUTTILITA'

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:

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

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



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;

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.

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:

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

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

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

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

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

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.

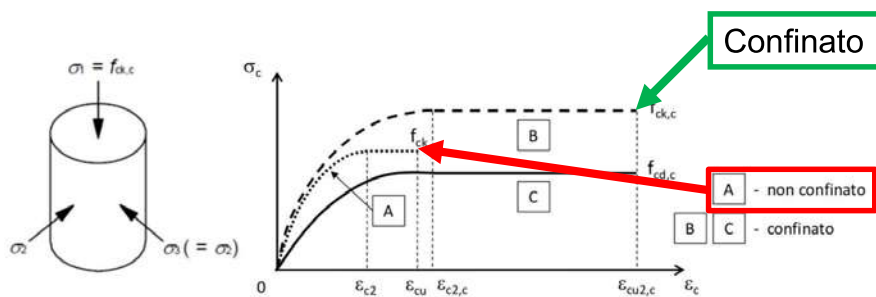


Fig. 4.1.2 – Modelli σ - ϵ per il calcestruzzo confinato

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

$$\sigma_2 = \alpha \cdot \sigma_1 \quad [4.1.12.a]$$

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_1 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:

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

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:

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

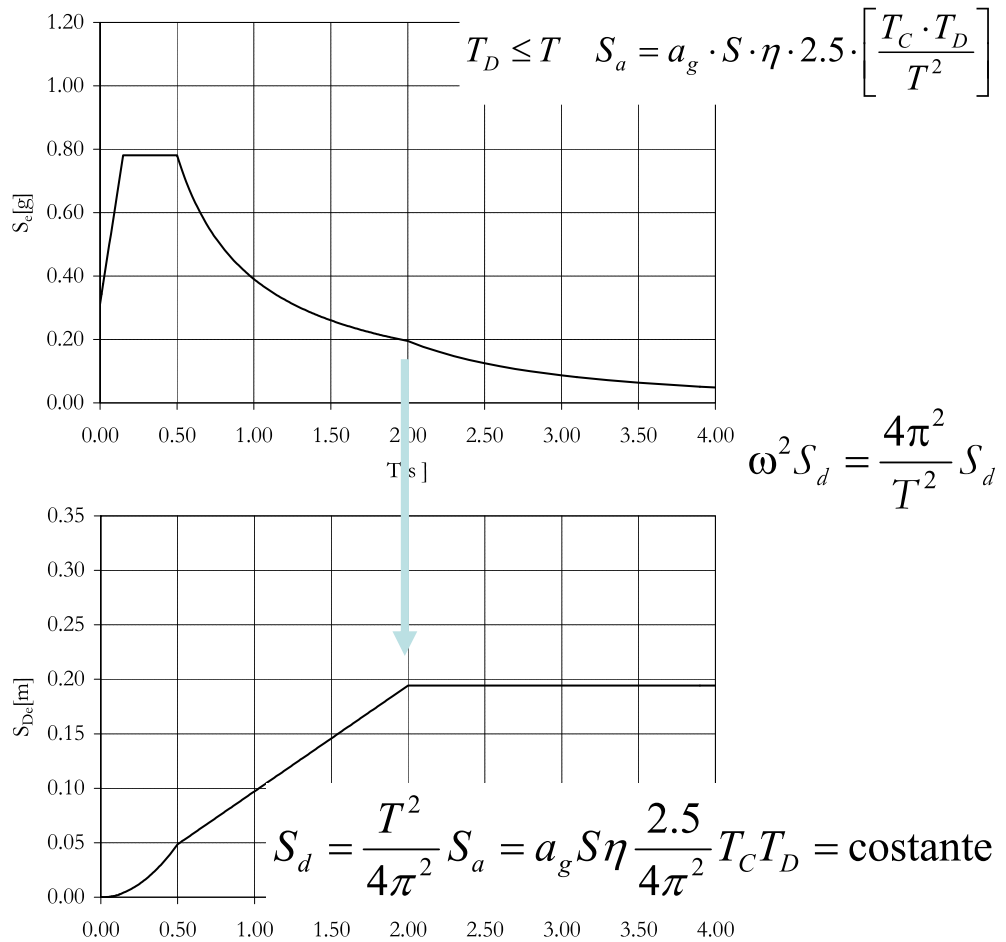
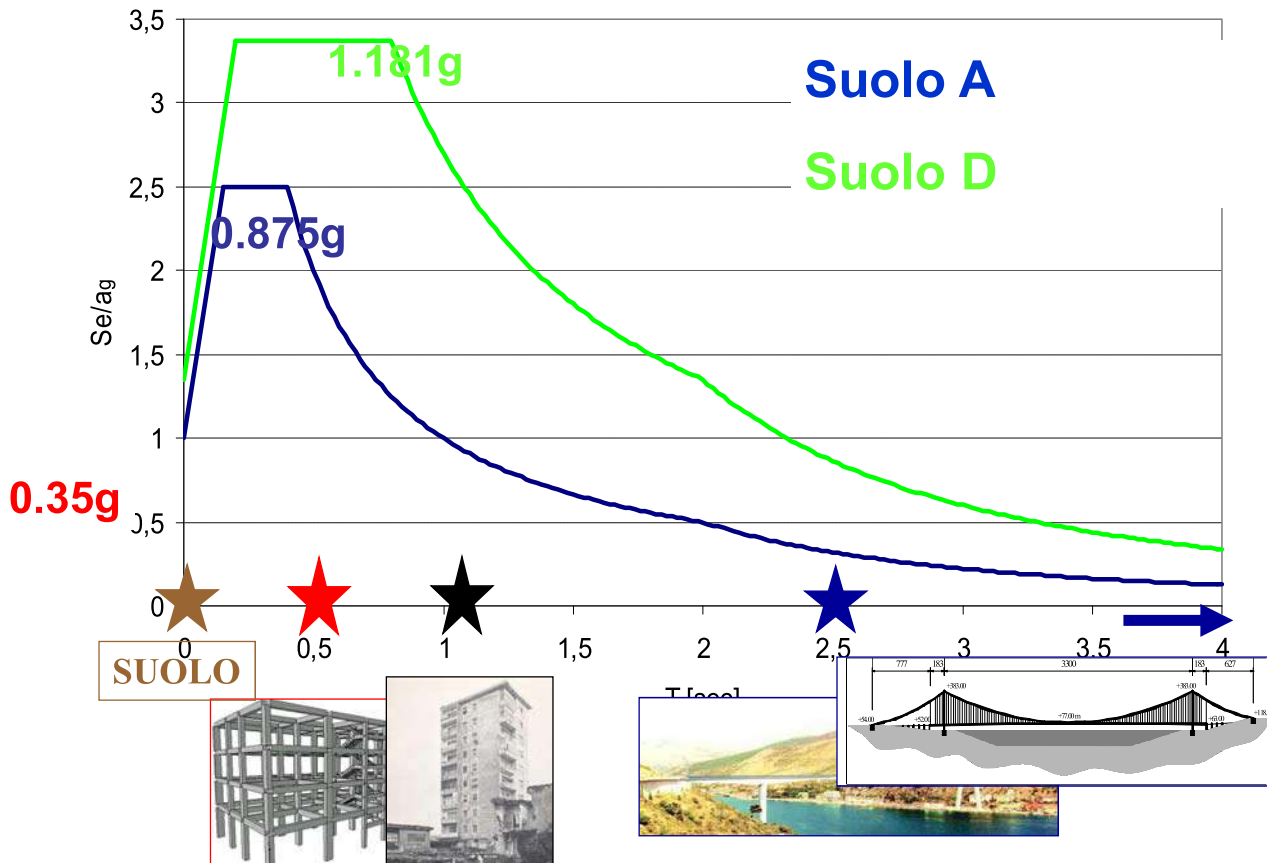
b) Per sezioni circolari

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

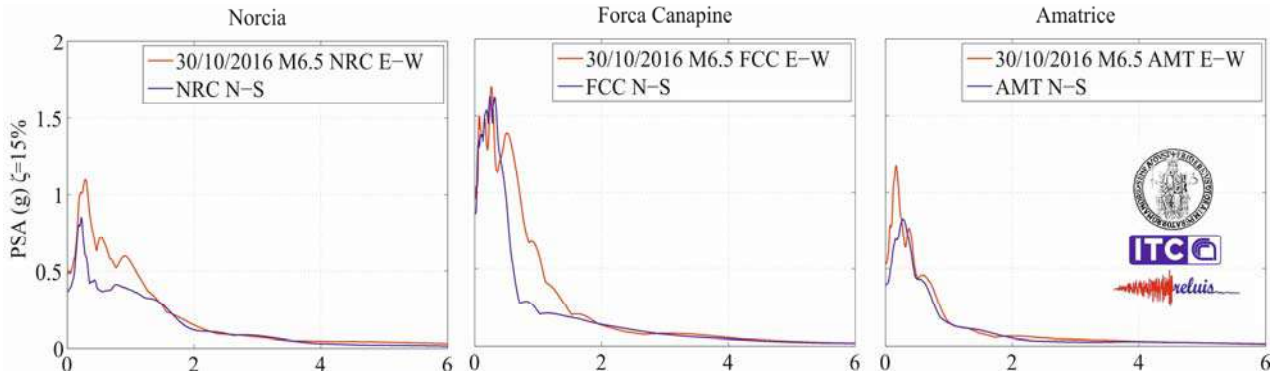
CORRETTA PROGETTAZIONE PER I DIVERSI STATI LIMITE

- **SLV e SLC = RESistenza, con domanda ridotta tramite la duttilità: minimizzare accelerazioni e massimizzare la duttilità**
- **SLD = RIGidezza/Spostamenti relativi di piano: massimizzare la rigidezza**
- **SLO = In parte (in prevalenza, accelerazione sugli oggetti; in parte minore: spostamenti o velocità/energia cinetica): in prevalenza minimizzare accelerazioni**

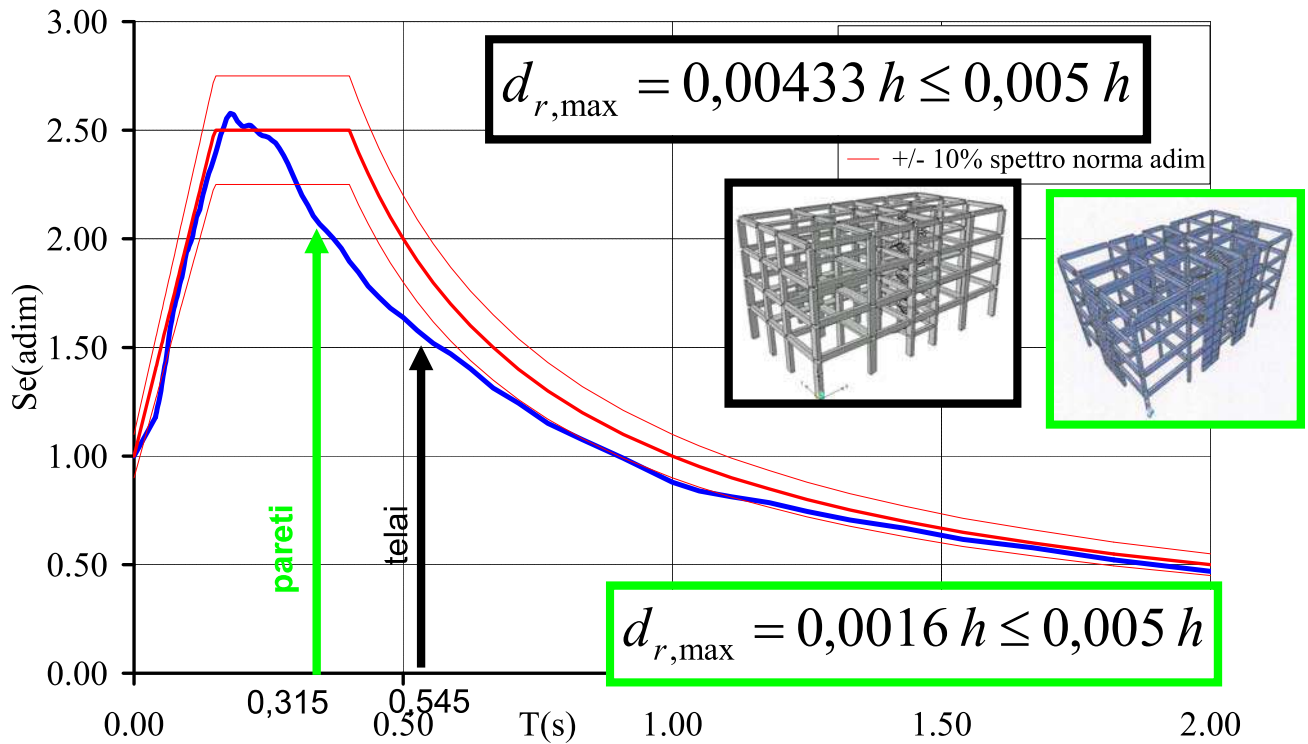
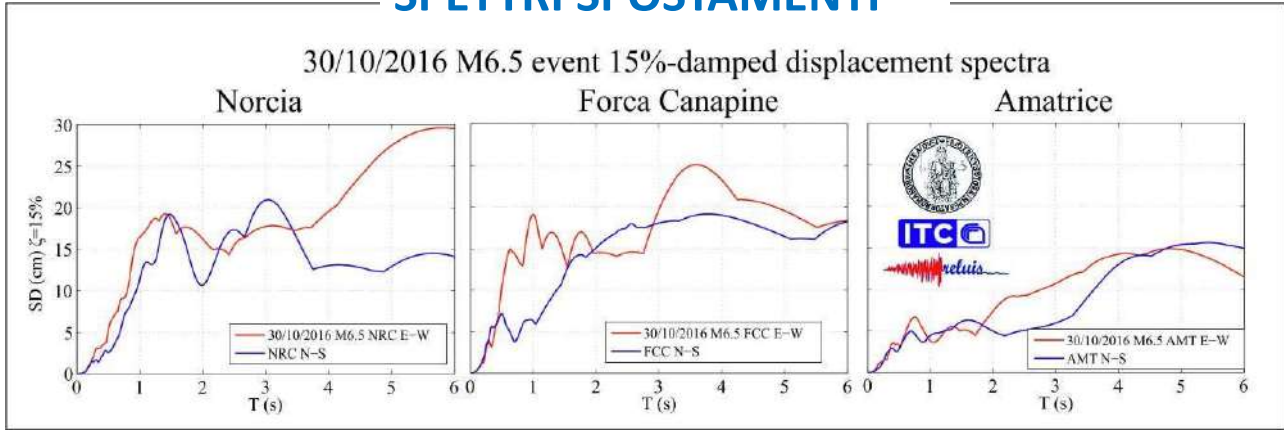
Spettri elastici zona 1



SPETTRI ACCELERAZIONE



SPETTRI SPOSTAMENTI



Suolo A

• Duttività

Comportamento elastico-lineare (FRAGILE !!)

Comportamento elastico-plastico (duttile)

FORZA

$$\text{DUTTILITA}' = \delta_u / \delta_y$$

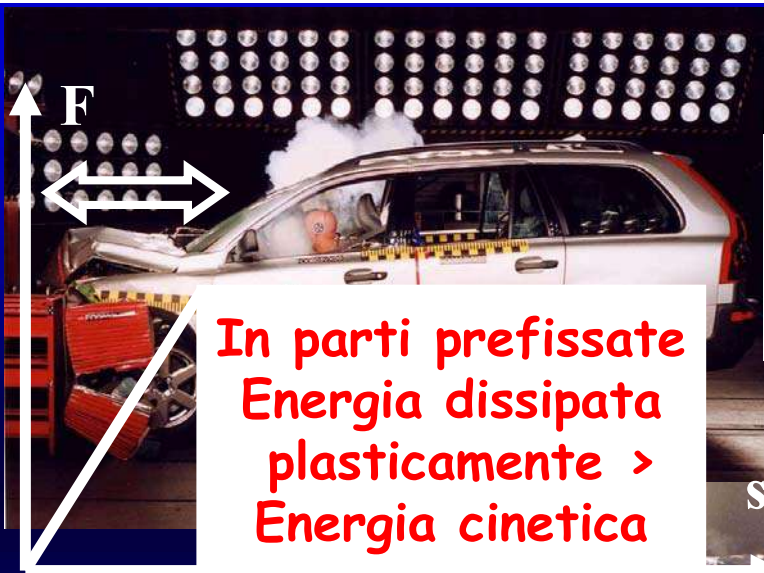
ENERGIA
DISSIPATA
PLASTICAMENTE

δ_y

δ_u

SPOSTAMENTO





In parti prefissate
Energia dissipata
plasticamente >
Energia cinetica

$\frac{1}{2} m v^2$ si
dissipa come
energia plastica
in modo controllato



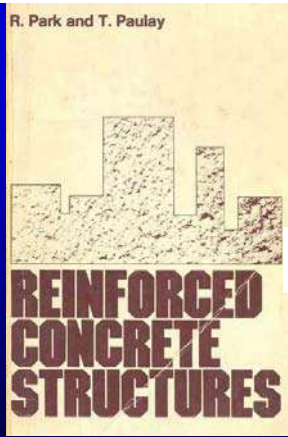
**-COMPORTAMENTO SOTTO AZIONE
IMPULSIVA:** Tutta l'energia va dissipata
plasticamente, in un unico ciclo

**-COMPORTAMENTO SOTTO AZIONE SISMICA
(AZIONE CICLICA FORTEMENTE VARIABILE
NEL TEMPO):**

-MOLTO PIU' COMPLESSO DA VALUTARE

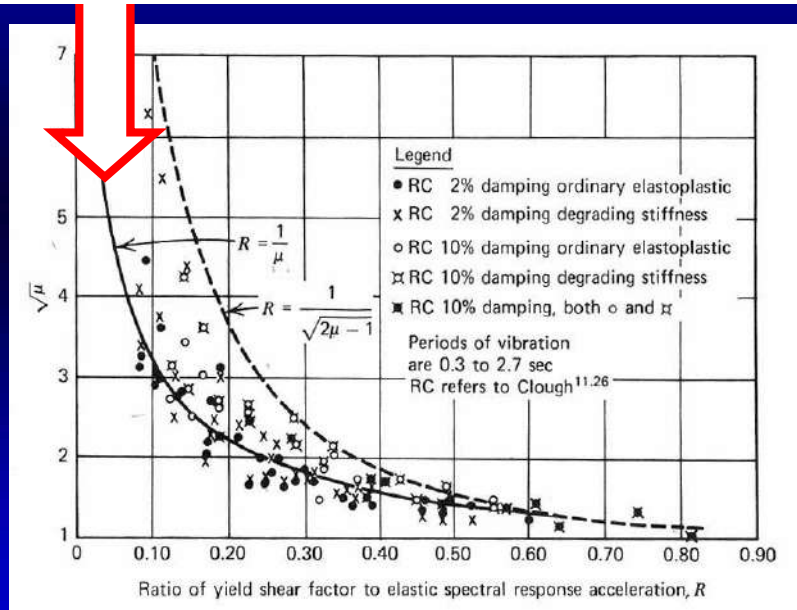
**-MOLTO PIU' FAVOREVOLE ENERGETICAMENTE,
A CAUSA DEI CONTINUI CAMBI DI SEGNI
DELL'ACCELERAZIONE**

**-SI PUO' STUDIARE SOLO STATISTICAMENTE
(da molte analisi dinamiche non lineari)**

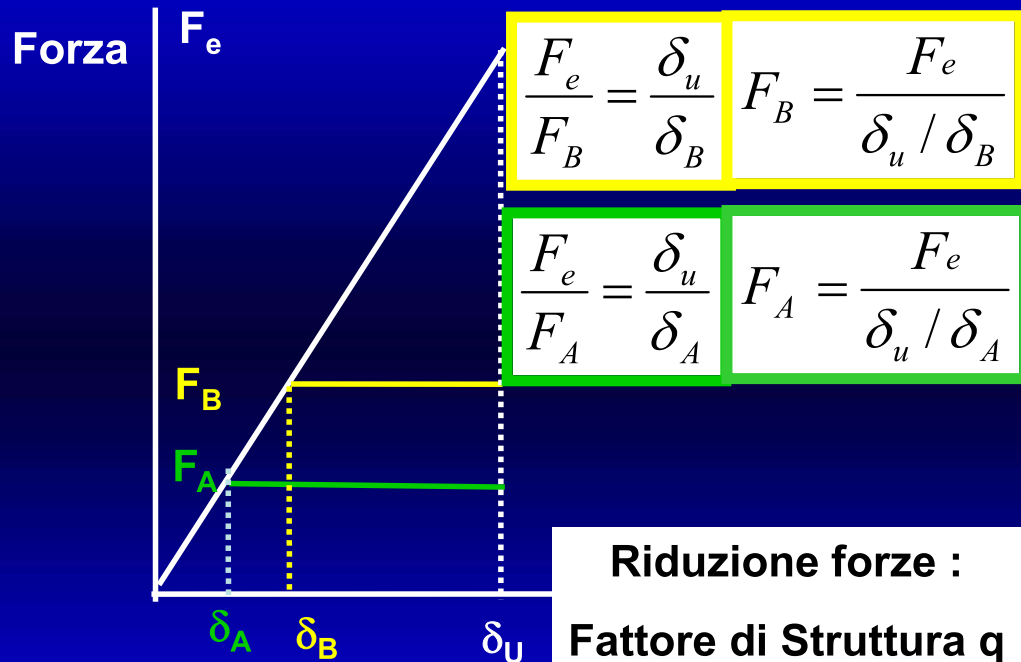


Park & Paulay
1975

CRITERIO DELLO STESSO SPOSTAMENTO



Comportamenti sismicamente equivalenti (criterio max spostamento)



Riduzione forze :
Fattore di Struttura q
=
Duttilità

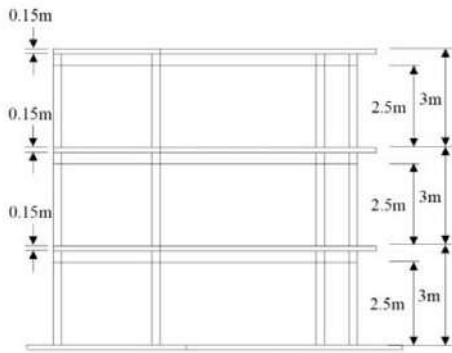


Figure 3. Front view of the case-study structure

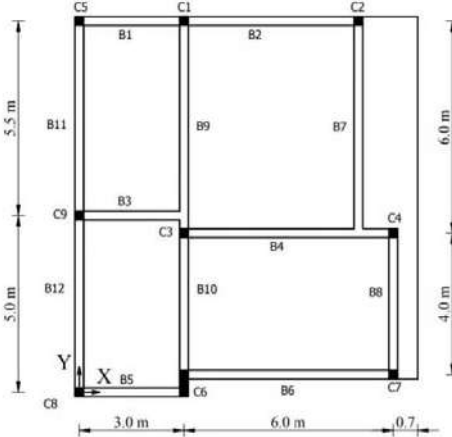


Figure 4. Plan of the case-study structure

A0. Soluzione originaria $T=0,52$ s

Table 3. Evaluation criteria

C_1	Installation cost
C_2	Installation cost NET of taxes reimbursement GROSS of expected losses
C_3	Number of risk classes of improvement
C_4	Cost for maintenance
C_5	Duration of works
C_6	Architectural impact/functional compatibility
C_7	Increase of force demand at foundation

A1. FRP Stesso T

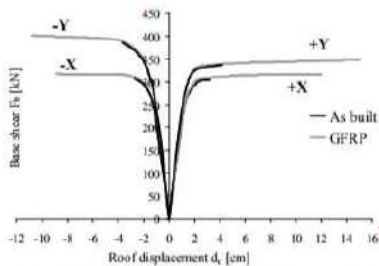


Figure 5. Pushover curves at LS limit state for the as-built structure and that retrofitted with FRP (alternative A1).

A3. Incamiciatura in c.a., $T=0,42$ s

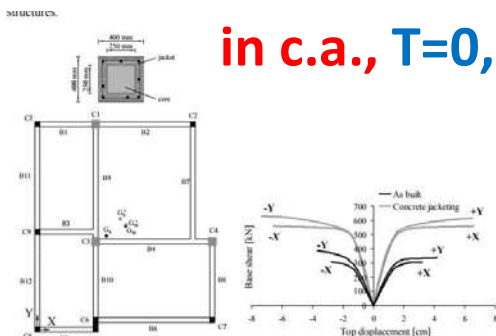


Figure 7. Alternative A3: RC jacket for three columns (left), pushover curves at LS limit state for the as-built and the retrofitted structure.

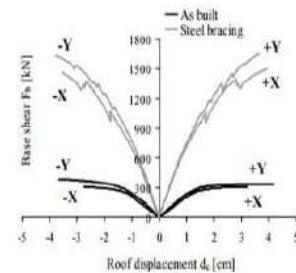
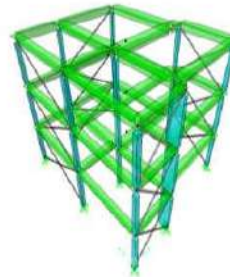


Figure 6. Alternative A2: bracing configuration (left) and pushover curves at LS limit state for the as-built and the retrofitted structure.

A2. Controventi acciaio $T=0,27$ s

A4. Isolamento sismico alla base $T=1,39$ s

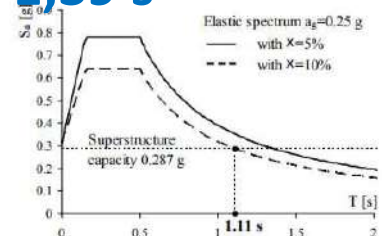
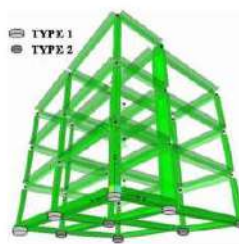


Figure 8. Alternative A4, base isolation: placement of the two types of device (left), evaluation of the minimum period for isolation (right).

Fattore di comportamento q factor



Tab. 7.3.II – Valori massimi del valore di base q_0 del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD

Tipologia strutturale	q_0	
	CD" A"	CD" B"
Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	$4,5 \alpha_u/\alpha_1$	$3,0 \alpha_u/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	$4,0 \alpha_u/\alpha_1$	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5
Costruzioni con struttura prefabbricata (§ 7.4.5.1)		
Strutture a pannelli	$4,0 \alpha_u/\alpha_1$	3,0
Strutture monolitiche a cella	3,0	2,0
Strutture con pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati	3,5	2,5
Costruzioni d'acciaio (§ 7.5.2.2) e composte di acciaio-calcestruzzo (§ 7.6.2.2)		
Strutture intelaiate	$5,0 \alpha_u/\alpha_1$	4,0
Strutture con controventi eccentrici		
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva	4,0	4,0
Strutture con controventi concentrici a V	2,5	2,0
Strutture a mensola o a pendolo inverso	$2,0 \alpha_u/\alpha_1$	2,0
Strutture intelaiate con controventi concentrici	$4,0 \alpha_u/\alpha_1$	4,0
Strutture intelaiate con tamponature in murature	2,0	2,0
Costruzioni di legno (§ 7.7.3)		
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni	3,0	2,0
Strutture reticolari iperstatiche con giunti chiodati		



Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico	4,0	2,5
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni.	5,0	3,0
Pannelli di tavole incollate a strati incrociati, collegati mediante chiodi, viti, bulloni		
Strutture reticolari con collegamenti a mezzo di chiodi, viti, bulloni o spinotti		2,5
Strutture cosiddette miste, con intelaiatura (sismo-resistente) in legno e tamponature non portanti		
Strutture isostatiche in genere, compresi portali isostatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, e altre tipologie strutturali		1,5
Costruzioni di muratura (§ 7.8.1.3)		
Costruzioni di muratura ordinaria	$1,75 \alpha_u/\alpha_1$	
Costruzioni di muratura armata	$2,5 \alpha_u/\alpha_1$	
Costruzioni di muratura armata con progettazione in capacità	$3,0 \alpha_u/\alpha_1$	
Costruzioni di muratura confinata	$2,0 \alpha_u/\alpha_1$	
Costruzioni di muratura confinata con progettazione in capacità	$3,0 \alpha_u/\alpha_1$	
Ponti (§ 7.9.2.1)		
Pile in calcestruzzo armato		
Pile verticali inflesse	$3,5 \lambda$	1,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	$2,1 \lambda$	1,2
Pile in acciaio:		
Pile verticali inflesse	3,5	1,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	2,0	1,2
Pile con controventi concentrici	2,5	1,5
Pile con controventi eccentrici	3,5	-
Spalle		
In genere	1,5	1,5
Se si muovono col terreno	1,0	1,0

Olive View Hospital San Fernando earthquake 1971



1975

Meccanismo di piano

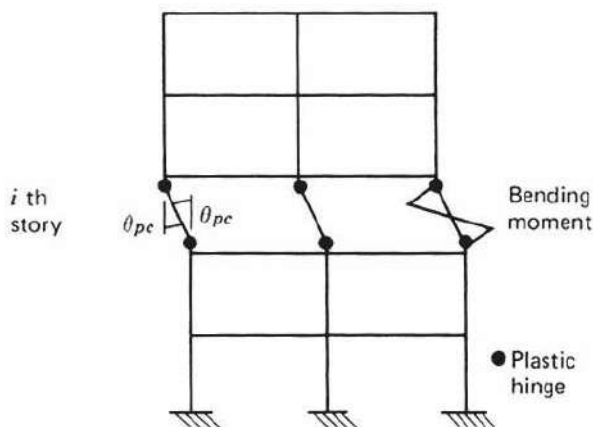


Fig. 11.29. Column sidesway mechanism in *i*th story

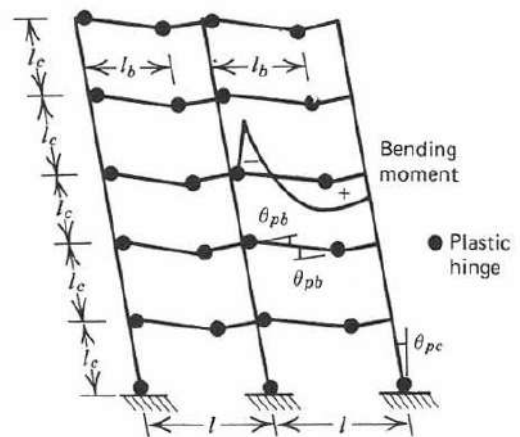


Fig. 11.31. Beam sidesway mechanism.

Meccanismo globale Meccanismo globale:

20 cerniere plastiche duttili

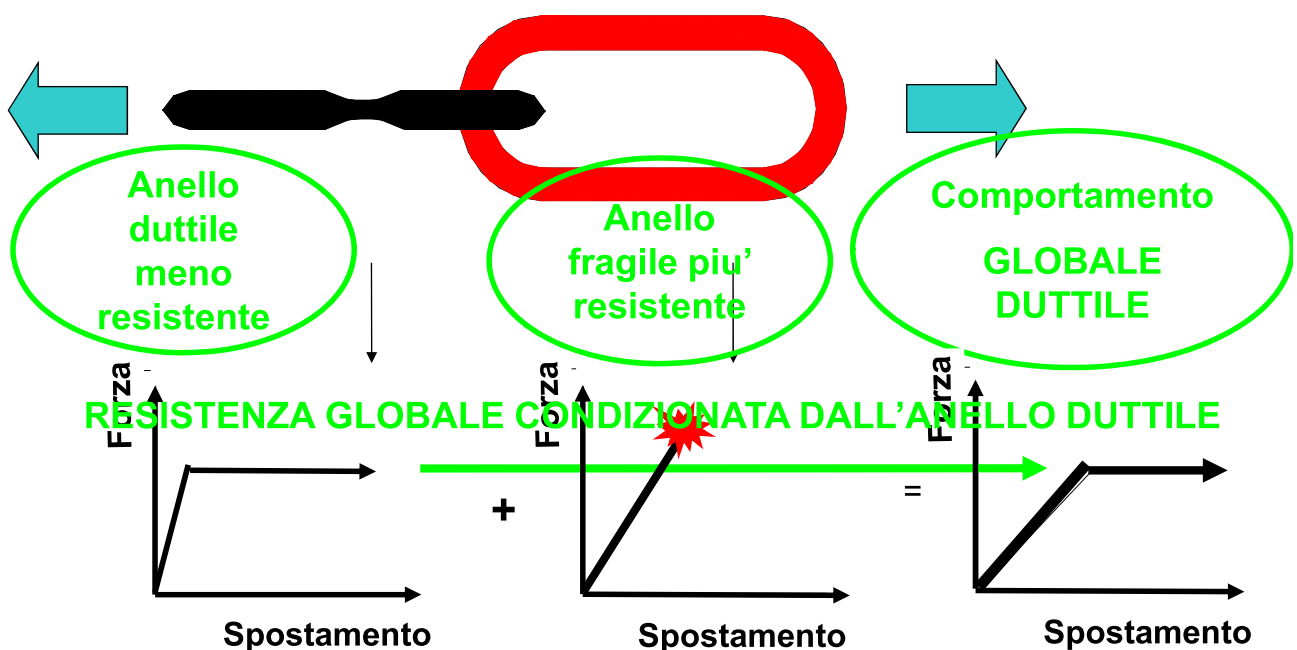
Poi 3 cerniere plastiche fragili

Meccanismo di piano:

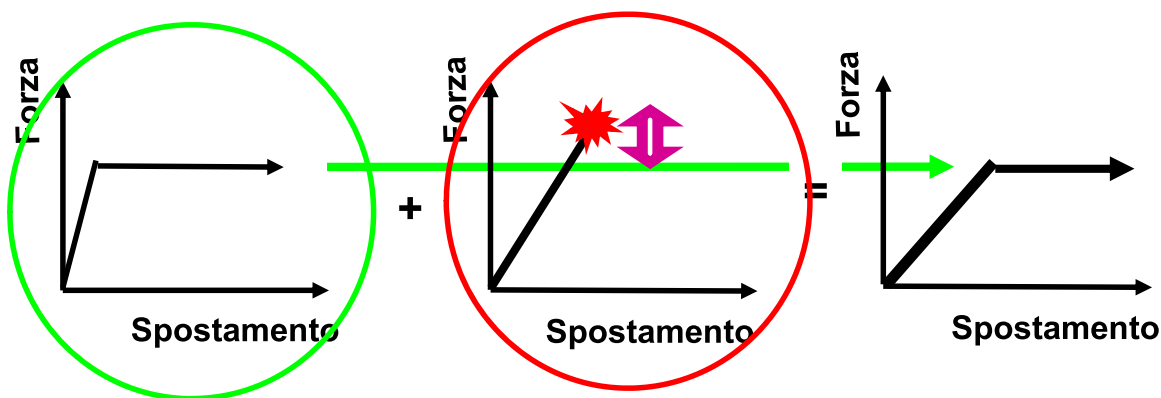
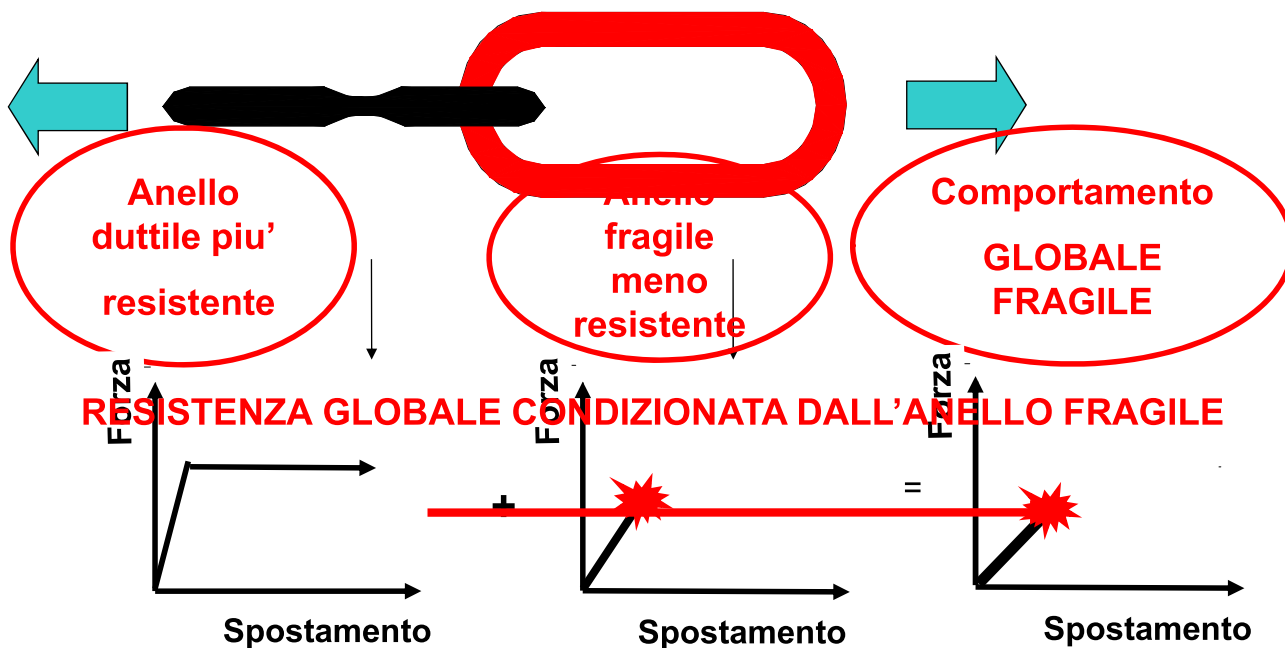
6 cerniere plastiche fragili

- Gerarchia delle resistenze
- Capacity Design

GERARCHIA DELLE RESISTENZE (CORRETTA !)



GERARCHIA DELLE RESISTENZE (ERRATA!)



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

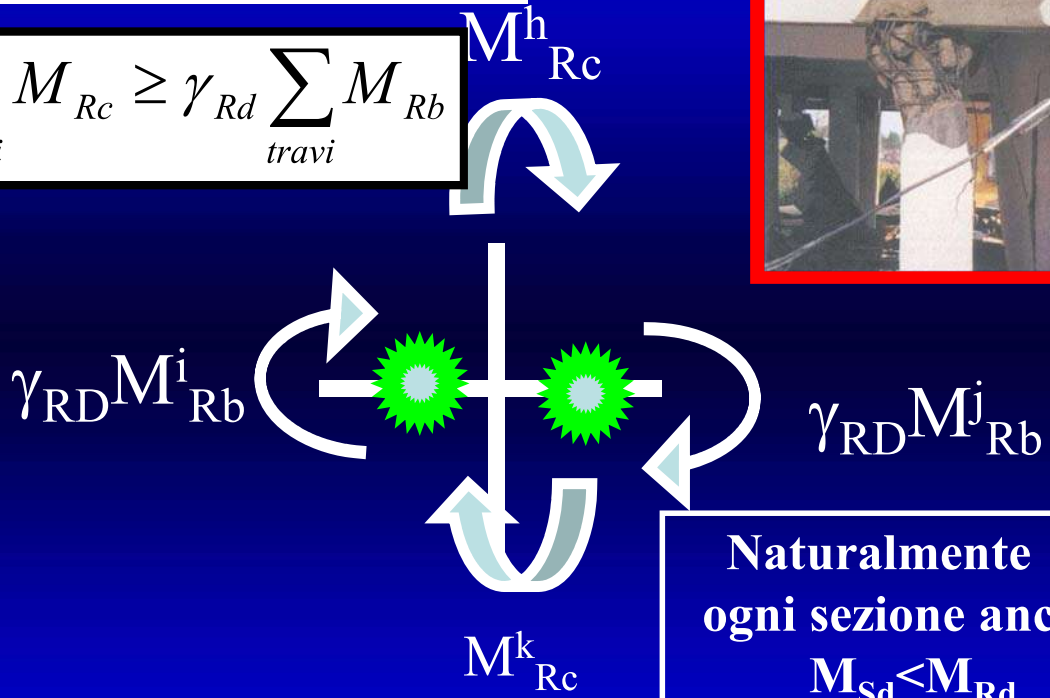
γ_{Rd} = coefficiente di sovreresistenza che tiene conto delle incertezze sui materiali e di modello

$$R_{\text{ELEMENTI DUTTILI}} \geq S_{\text{ELEMENTI DUTTILI}}$$

7.4.3.2 Pilastri

7.4.3.2.1 Sollecitazioni di calcolo

$$\sum_{\text{pilastri}} M_{Rc} \geq \gamma_{Rd} \sum_{\text{travi}} M_{Rb}$$



Naturalmente in ogni sezione anche:
 $M_{Sd} < M_{Rd}$

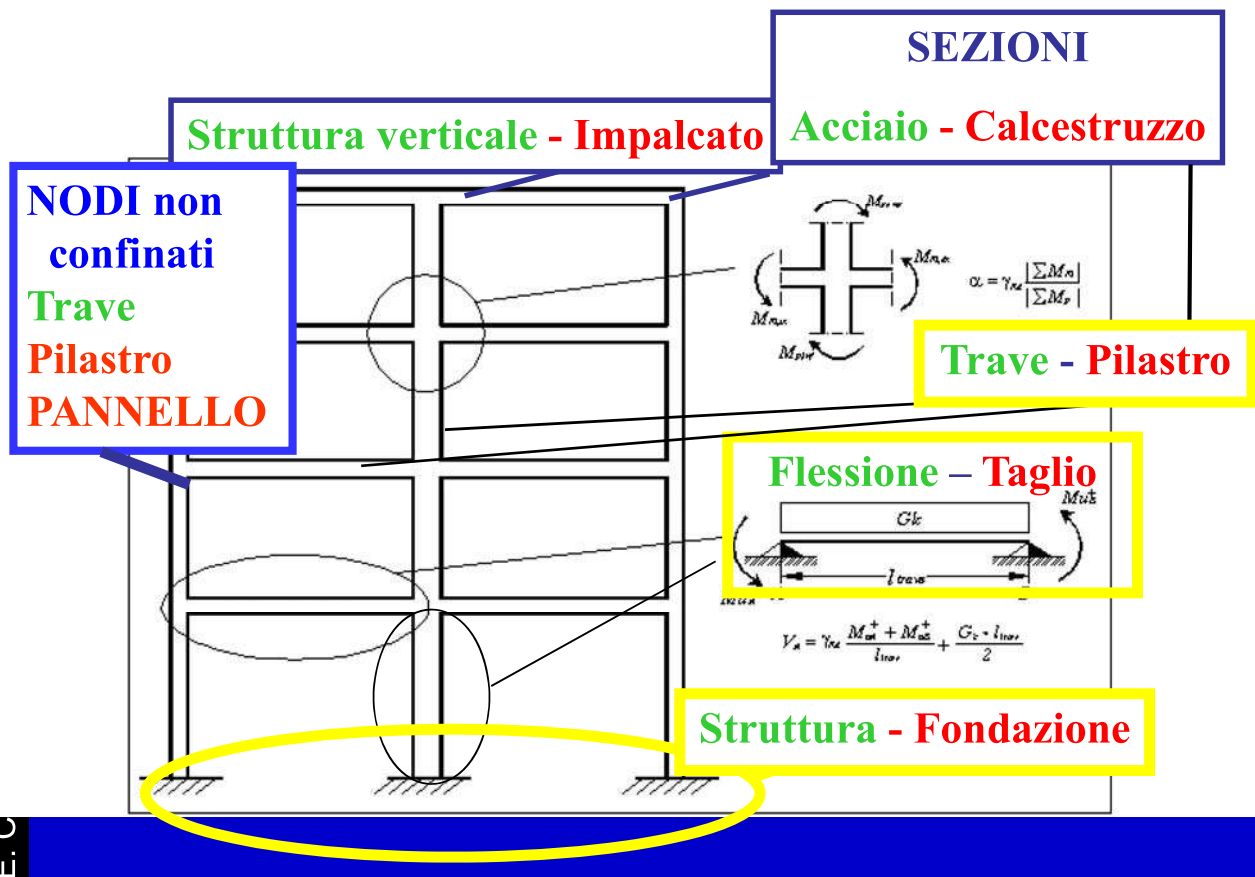


HOTEL ROMA, AMATRICE





GERARCHIA DELLE RESISTENZE



Tab. 7.2.1 - Fattori di sovrarresistenza 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
	Pilastrì (§ 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 incastri 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 sovrarresistenza 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 sovrarresistenza 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 sovrarresistenza definiti al § 7.9.5			



SEISMIC DAMAGE OBSERVED IN AMATRICE

Tall RC buildings nearby the school Romolo Capranica

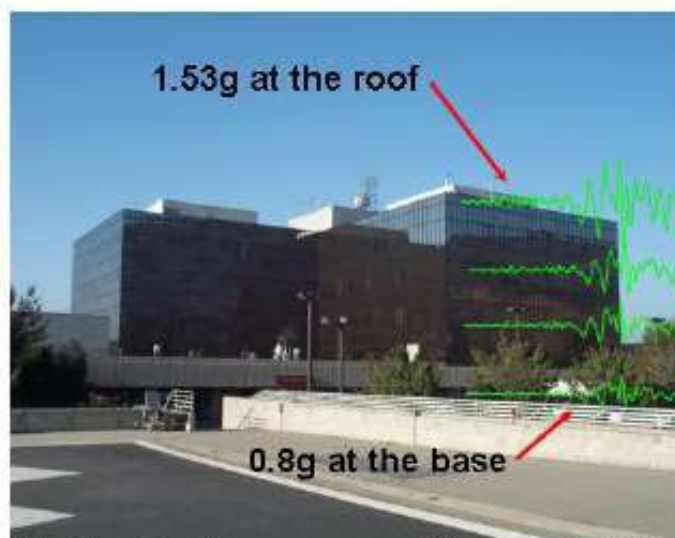


- The tallest building in Amatrice (RC structure) showed no significant damage.
- The dynamic behaviour of the structures largely influenced the structural behavior of buildings in Amatrice.
- Best was, in general, the behavior of tall RC framed structures, being more deformable and thus subjected to much smaller spectral accelerations.

Edoardo Cosenza | ATE, Politecnico di Milano, 15 dicembre 2016

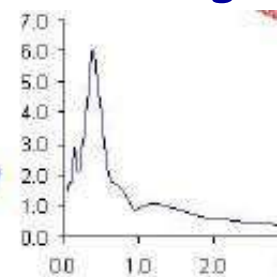
20 anni dopo ... 1994, Terremoto di Northridge

Olive View Medical Center in Sylmar, CA
1994 Northridge earthquake



Olive View Hospital

(Representation by CSMIP-CGS)
(Photo by E. Miranda)

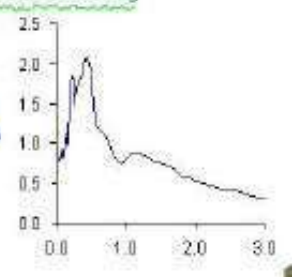


ROOF 1.53g

4th FLOOR 1.10g

3rd FLOOR 1.02g

1st FLOOR 0.80g



Eduardo Miranda, Stanford University, USA

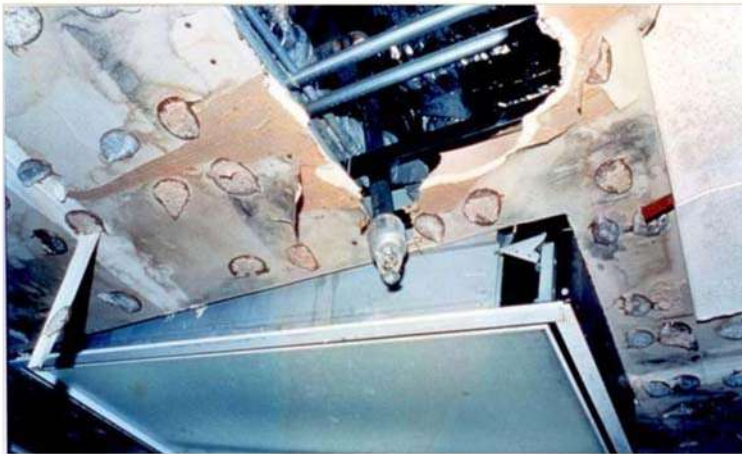
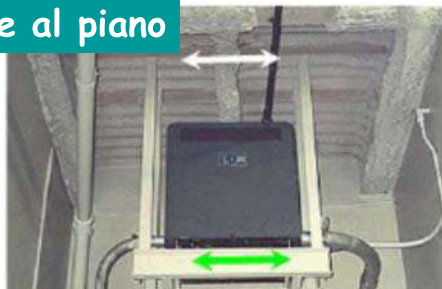


Figure 2.4.3-1 Broken sprinkler pipe at Olive View Hospital in Sylmar, California as a result of the 1994 Northridge, Earthquake. Pipe ruptured at the elbow joint due to differential motion of the pipe and ceiling (FEMA 74, 1994).

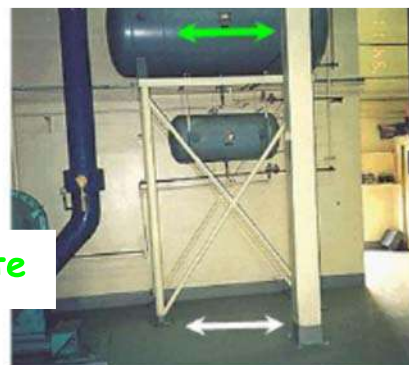
Eduardo Miranda, Stanford University, USA

Accelerazione al piano



Accelerazione nel componente

Accelerazione nel componente



Accelerazione al piano



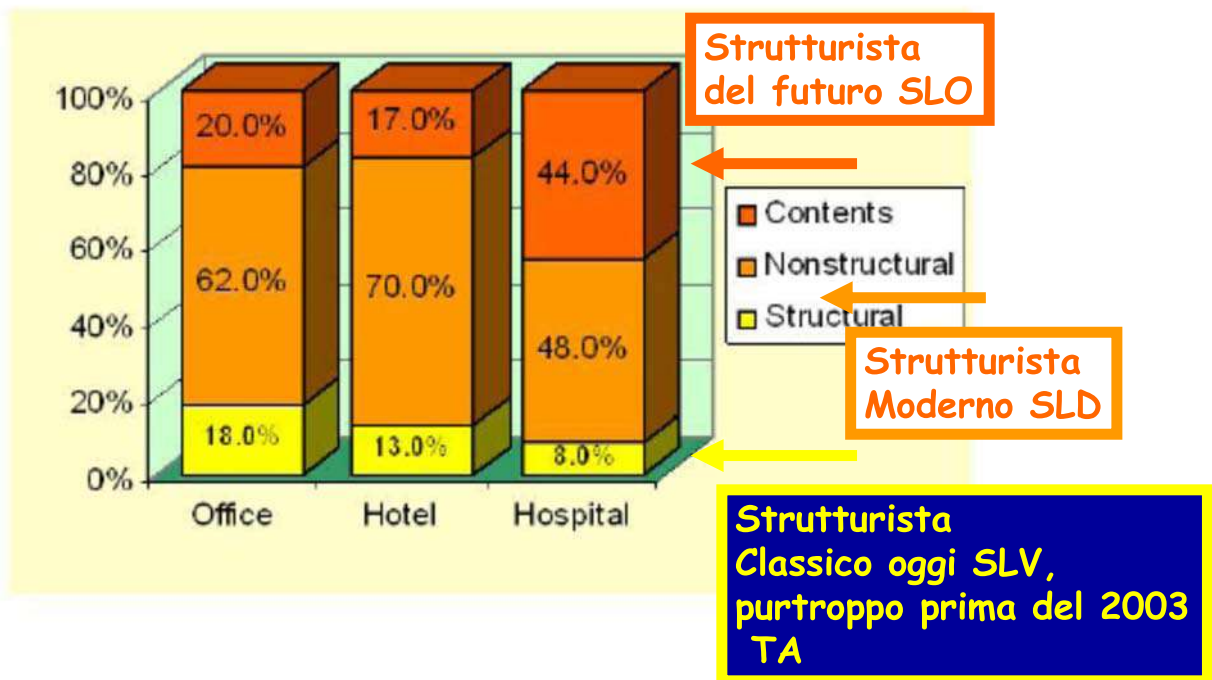
Accelerazione nel componente

Accelerazione al piano



Accelerazione nel componente

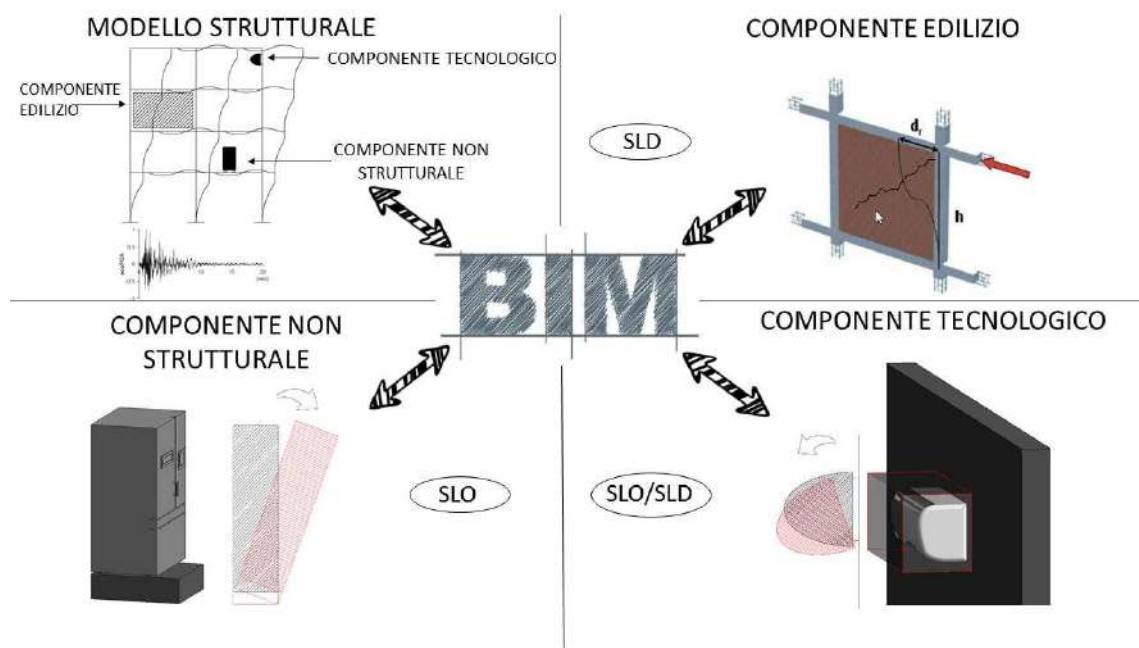
Accelerazione al piano + dinamica componente



Edifici per abitazioni: stima 40% + 40% + 20%



BIM per progettazione sismica integrata



GdL Sicurezza dei componenti non strutturali

- 1. Filosofia della sicurezza ed azioni di calcolo**
Coordinatori: G. Monti, S. Lagomarsino
Segretario: E. Chioccarelli
- 2. Edilizia generale (Tramezzature, tamponature, Controsoffitti, ...)**
Coordinatori: R. Landolfo, G. Verderame
Segretario: M. Polese, N. Caterino
- 3. Edilizia special (Fregi, Facciate, ...)**
Coordinatori: A. Occhiuzzi, G. Royer Carfagni, N. Caterino
Segretario: C. Moroni
- 4. Capannoni, Musei, Ospedali**
Coordinatori: M. Savoia, A. Prota, A. Masi
Segretario: L. Di Sarno
- 5. Collegamenti strutturali della componentistica edilizia e industriale**
Coordinatori: M. Pecce
Segretario: G. Maddaloni
- 6. Certificazione**
Coordinatori: A. Bonati, G. Magliulo, A. Occhiuzzi
Segretario: G. Baltzopoulos

GdL Sicurezza dei componenti non strutturali

Il gruppo di lavoro è composto da numerosi scienziati esperti del settore:

- Andre Filiatrault
- Andrea Lucchini
- Andrea Prota
- Angelo Masi
- Antonietta Aiello
- Antonio Bonati
- Antonio Occhiuzzi
- Claudio Moroni
- Domenico Asprone
- Eugenio Chioccarelli
- Fabrizio Mollaioli
- Ferdinando Auricchio
- Gennaro Magliulo
- Georgios Baltzopoulos
- Gerardo Verderame
- Gian Piero Lignola
- Gianni Royer Carfagni
- Giorgio Monti
- Giuseppe Maddaloni
- Guido Magenes
- Iunio Iervolino
- Luigi Di Sarno
- Luigi Fiorino
- Marco Di Prisco
- Marco Savoia
- Maria Polese
- Marisa Pecce
- Nicola Caterino
- Paolo Franchin
- Raffaele Landolfo
- Roberto Nascimbene
- Serena Cattari
- Sergio Lagomarsino
- ...



Pavia, 22-09-2017

Non-structural building components

Reference codes for the seismic design



- **FEMA (2011), FEMA E-74, Reducing the risks of nonstructural earthquake damage: A practical guide.** Federal Emergency Management Agency, Washington, DC, 2011.



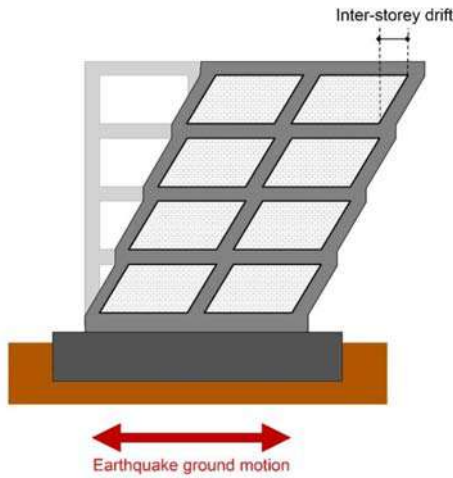
- **ASCE (2010), ASCE 7-10, Minimum design loads for building and other structures.** American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, 2010.



- **ASCE (2013), ASCE 41-13, Seismic evaluation and upgrade of existing buildings.** American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, 2013.

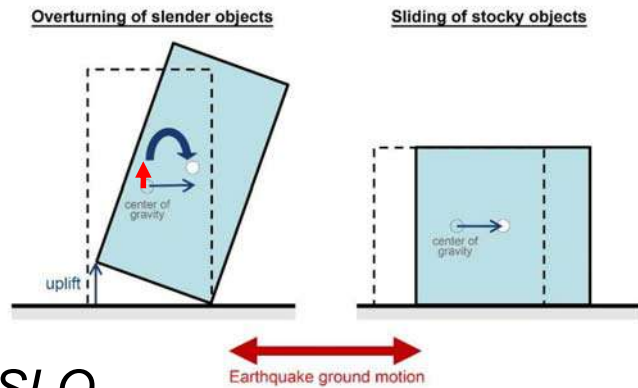


- **CEN (2005), EN 1998-1, Eurocode 8, Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.** European Committee for Standardization, Bruxelles, 2005.



SLD

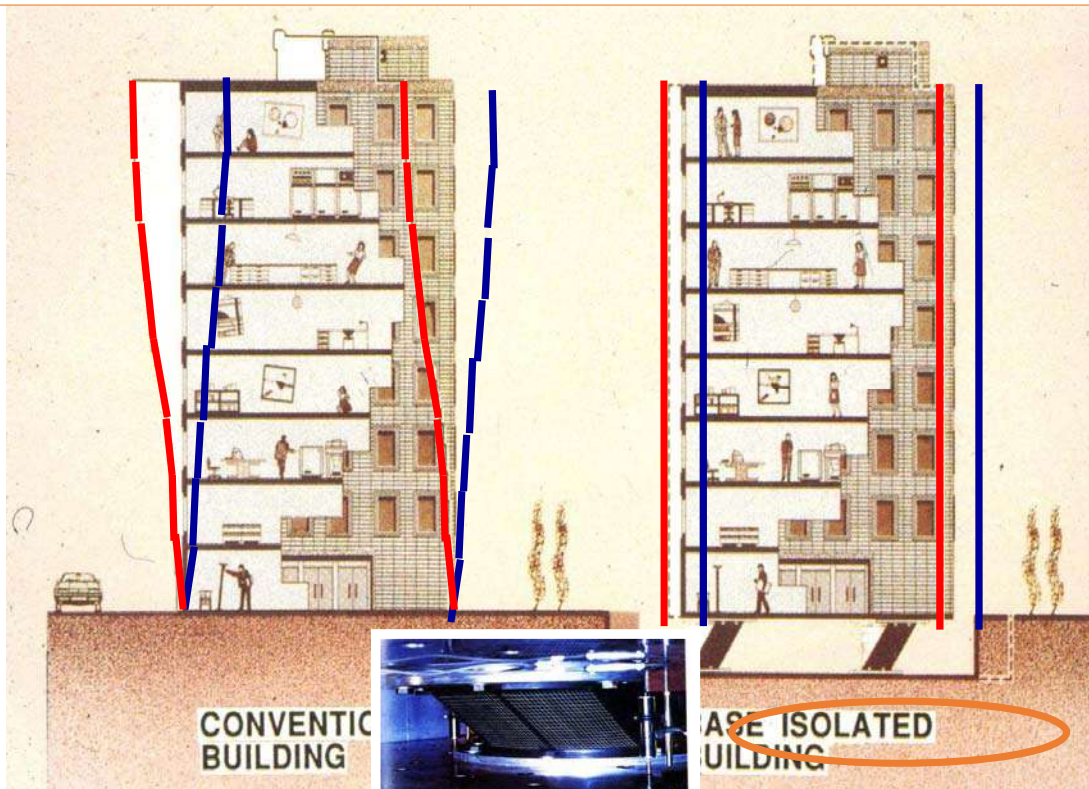
Spostamenti relativi di piano /
RIGIDEZZA



SLO

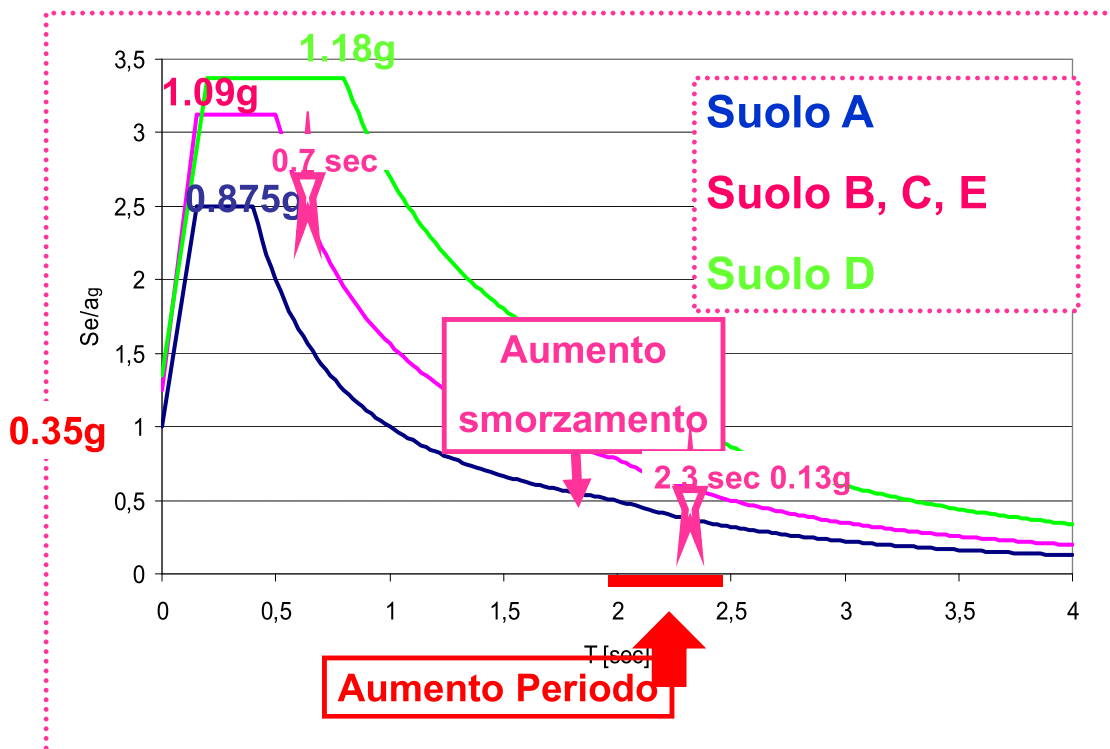
- 1) Rottura sostegni apparecchiature:
Accelerazioni/Spostamenti
- 2) inizio Rocking e Sliding:
accelerazione
- 3) Ribaltamento: velocità angolare

NUOVE TECNOLOGIE: ISOLAMENTO alla Base

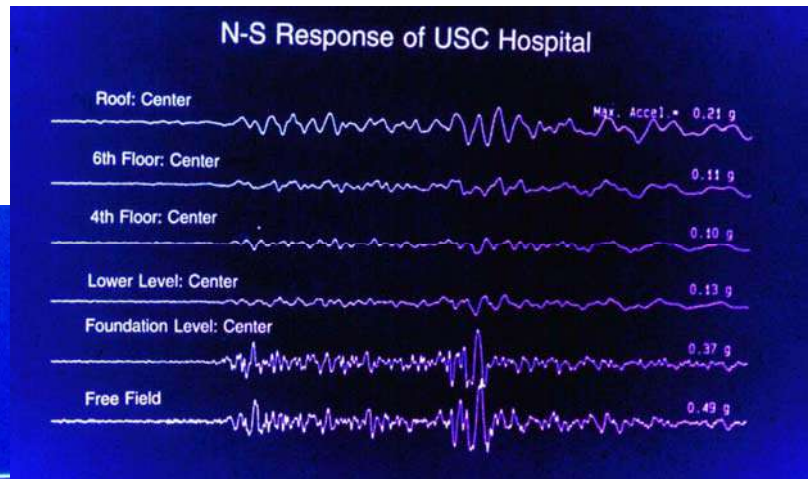
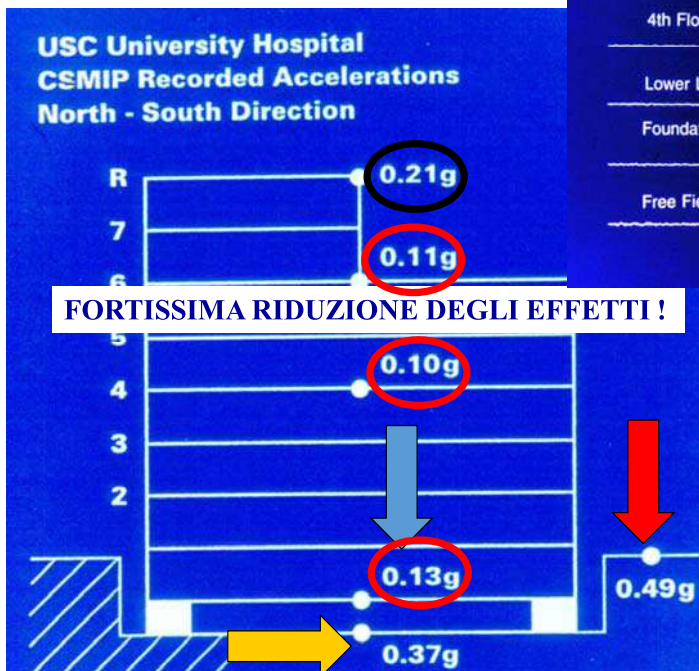


Spettri elastici

zona 1



**Verifica "sperimentale":
Il terremoto di Northridge**



**Distribuzione uniforme
(non triangolare) delle azioni**

**Irregolarità
strutturale**

L'AQUILA: Edifici in c.a. «E» riparati con isolamento sismico

TOTALE 59

COSTO MEDIO INTERVENTO: 340 euro/mq

- ELASTOMERI E SLITTE 25;
- PENDOLI CON DOPPIA SUPERFICIE CURVA 34

DA REGOLA: IS-V POST INTERVENTO > 60%

IN 14 CASI, A SPESE PROPRIETARI, IS-V \geq 1

Costo medio aggiuntivo 4,4 euro/mq

SLD = Stato Limite di DANNO

Controllare

Con un calcolo ELASTICO LINEARE

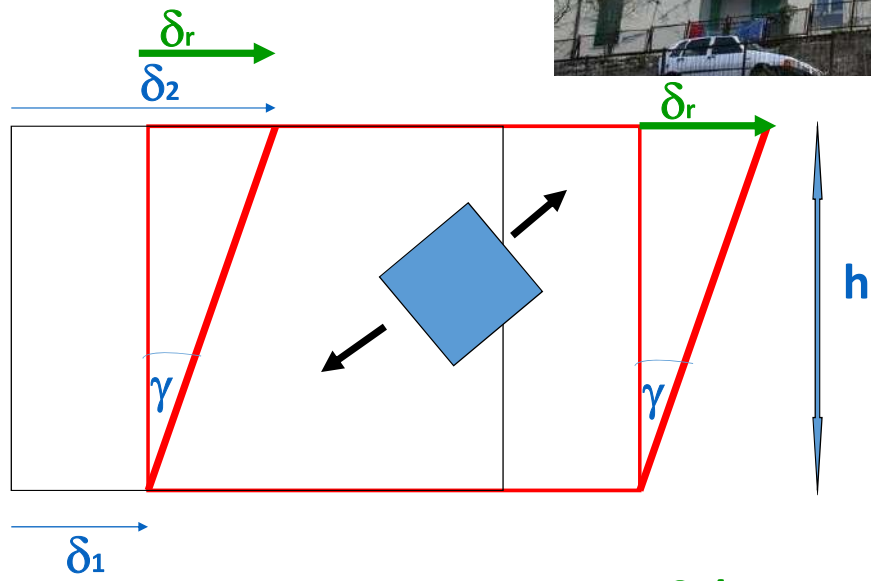
se

SPOSTAMENTI RELATIVI DI

PIANO attesi

PER IL SISMA DELLO SLD

**sono tali da danneggiare tramezzi,
tamponature, ecc**



Parametro critico: $\gamma = \delta_r / h < 0,005$



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					
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)

7.3.6.1 ELEMENTI STRUTTURALI (ST)

Novità NTC 2018

VERIFICHE DI RIGIDEZZA (RIG)

La condizione in termini di rigidità sulla struttura si ritiene soddisfatta qualora la conseguente deformazione degli elementi strutturali non produca sugli elementi non strutturali danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile².

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti di interpiano eccessivi, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto corrispondente allo SL e alla CU considerati siano inferiori ai limiti indicati nel seguito.

Per le CU I e II ci si riferisce allo SLD (v. Tab. 7.3.III) e deve essere:

a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$d_r \leq 0,0050 \cdot h \text{ per tamponature fragili} \quad [7.3.11a]$$

$$d_r \leq 0,0075 \cdot h \text{ per tamponature duttili} \quad [7.3.11b]$$

b) per tamponature progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano d_{rp} , per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura:

$$d_r \leq d_m \leq 0,0100 \cdot h \quad [7.3.12]$$

SLD = CALCOLO LINEARE, TUTTE LE GRANDEZZE NELLA STESSA PROPORZIONE

$$T_{rc} = T_{rD} (PGA_C / PGA_D)^{1/0,41}$$

$$T_{rc} = T_{rD} (7,5/5)^{1/0,41} = 2,7$$

$$T_{rc} = 50 \text{ y} \rightarrow T_{rc} = 135 \text{ y}$$

L'AQUILA: LA RICOSTRUZIONE

➤ Costi di riparazione edifici in c.a.

Voci di costo:

- Oneri**


- Strutture**

- Tamponature**



- Servizi/Impianti**


- Altro non strutturale: pavim/massetto, canne fumarie, rivest.scale, tegole e comignoli**



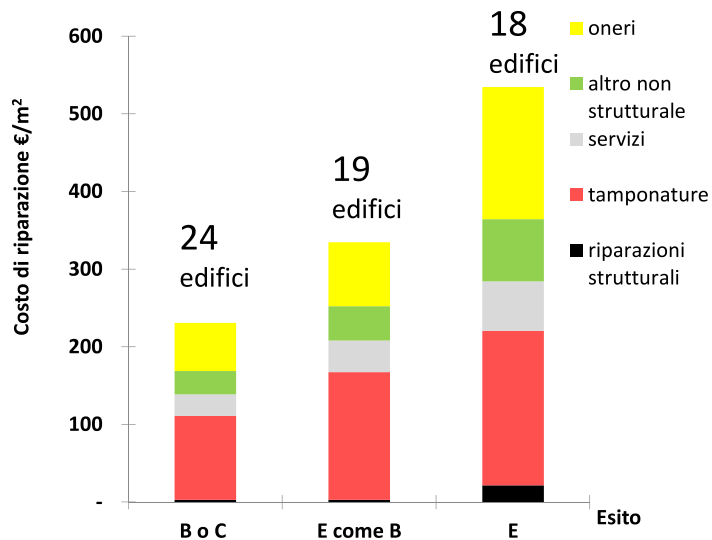


L'AQUILA: LA RICOSTRUZIONE

➤ Costi di riparazione edifici in c.a. Campione dati: 63 edifici

Voci di costo:

- Oneri**
- Strutture**
- Tamponature**
- Servizi/impianti**
- Altro non strutturale**

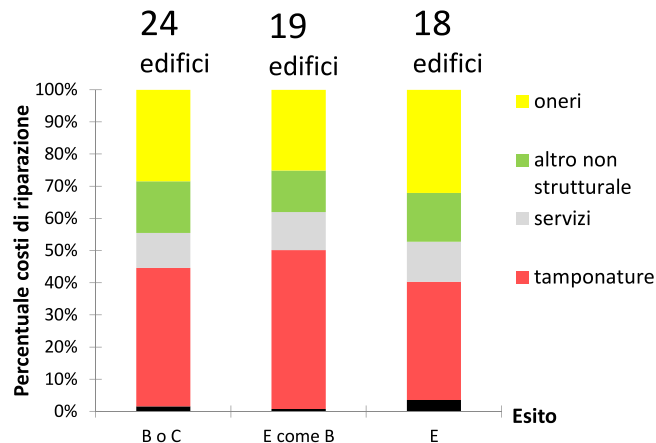
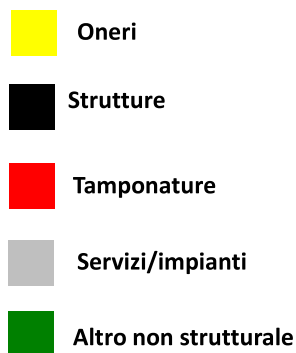


	B o C	E come B	E	Esito
Strutture				
Tamponature	108,07 €/m ²	164,35 €/m ²	198,96 €/m ²	

L'AQUILA: LA RICOSTRUZIONE

➤ Costi di riparazione edifici in c.a. Campione dati: 63 edifici

Voci di costo:



25% < Oneri < 32%

1% < Riparazioni strutturali < 4%

37% < Riparazioni tamponature < 43%

11% < Riparazioni servizi/impianti < 12%

13% < Altre riparazioni non strutturali < 16%

SLD, analisi costi riparazione L'Aquila

(Prota, Di Ludovico et al, 24 Edifici B o C)

TAMPONATURE: 43%

STRUTTURE: 2%

IMPIANTI IDRAULICI/ELETTTRICI 11%

Pavimenti, massetti, tegole, comignoli,

Canne fumarie, rivestimenti scale: 16%

ONERI GENERALI: 28%

RIPARTENDO UNIFORMEMENTE

ONERI GENERALI:

TAMPONATURE: 60%

STRUTTURE: 3%

IMPIANTI IDRAULICI/ELETTTRICI 15%

Pavimenti, massetti, tegole, comignoli,

Canne fumarie, rivestimenti scale: 22%

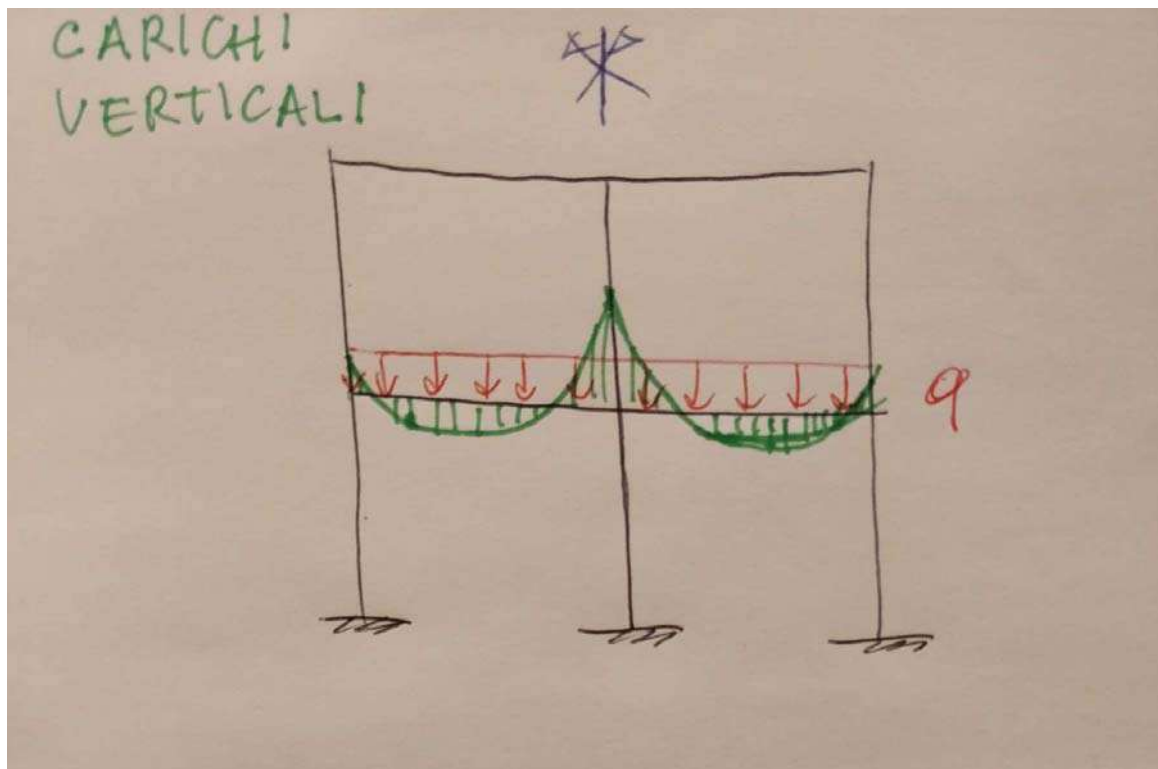
SLV = Stato Limite di Salvaguardia della Vita

**PROBLEMA DEI NODI
TRAVE-PILASTRO**

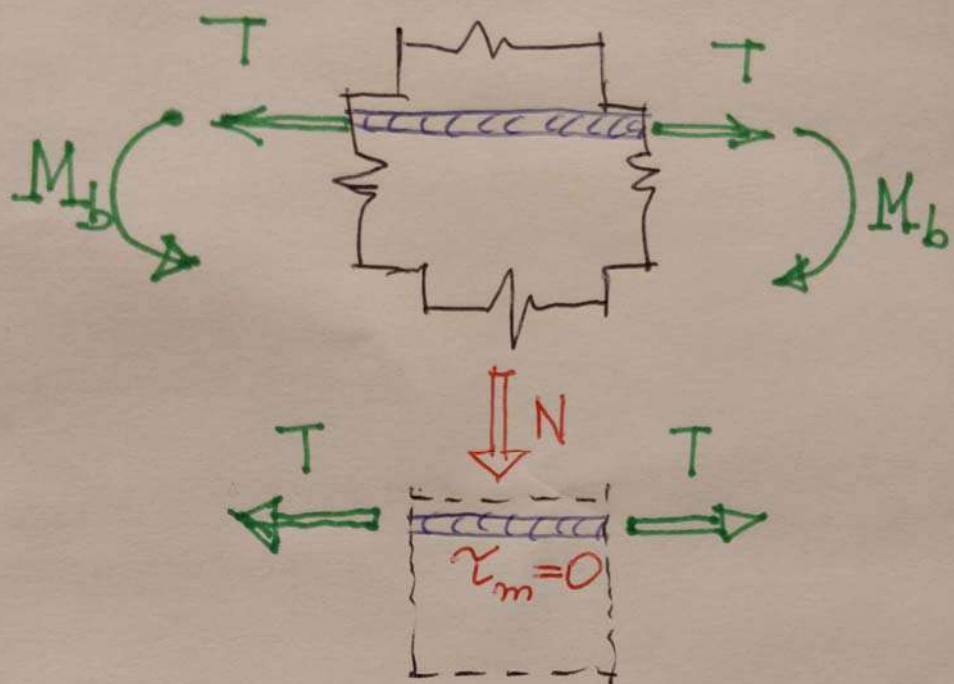
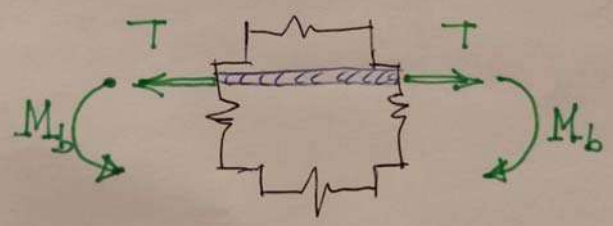
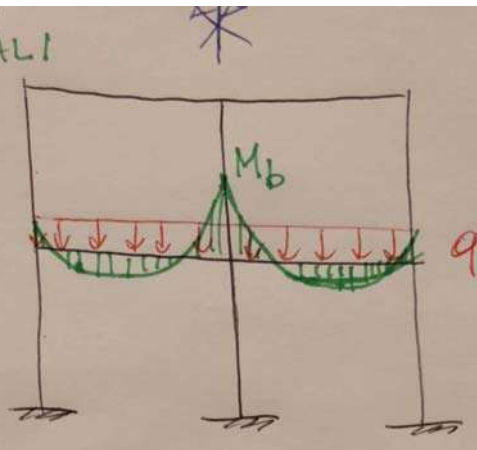
Nodi confinati _ non confinati

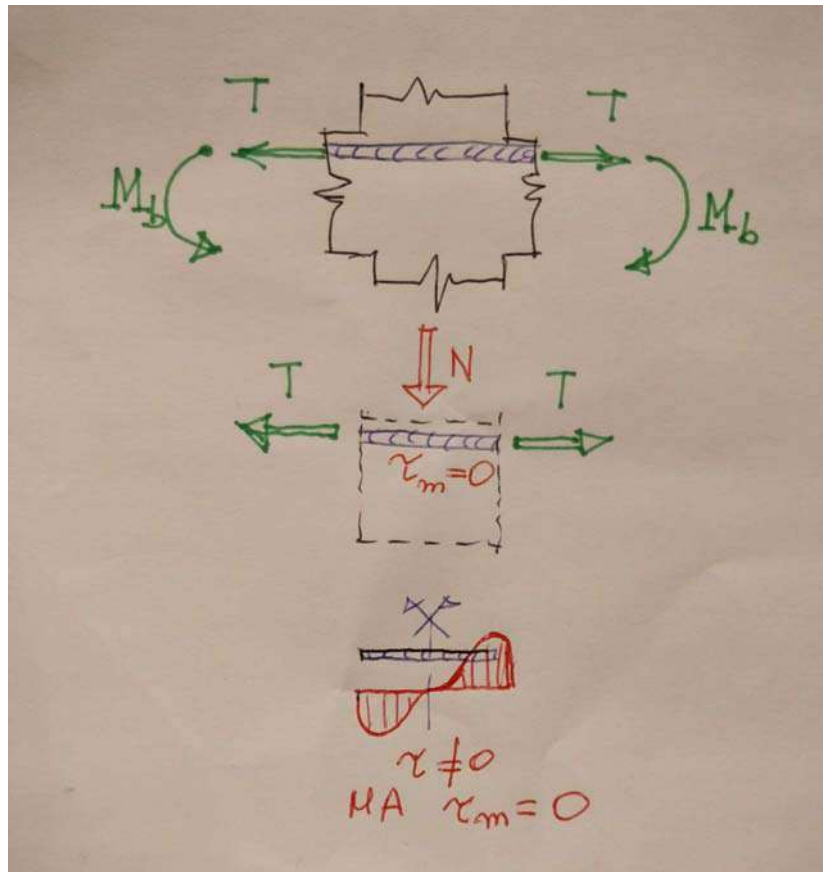




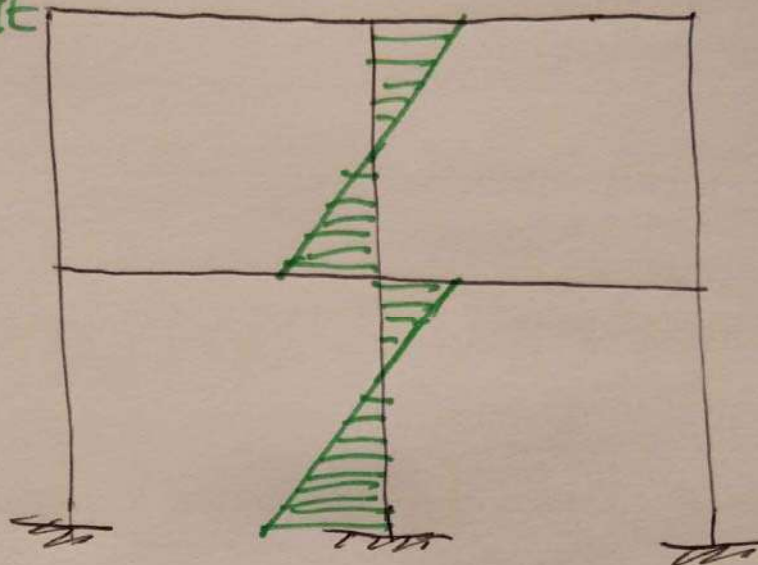


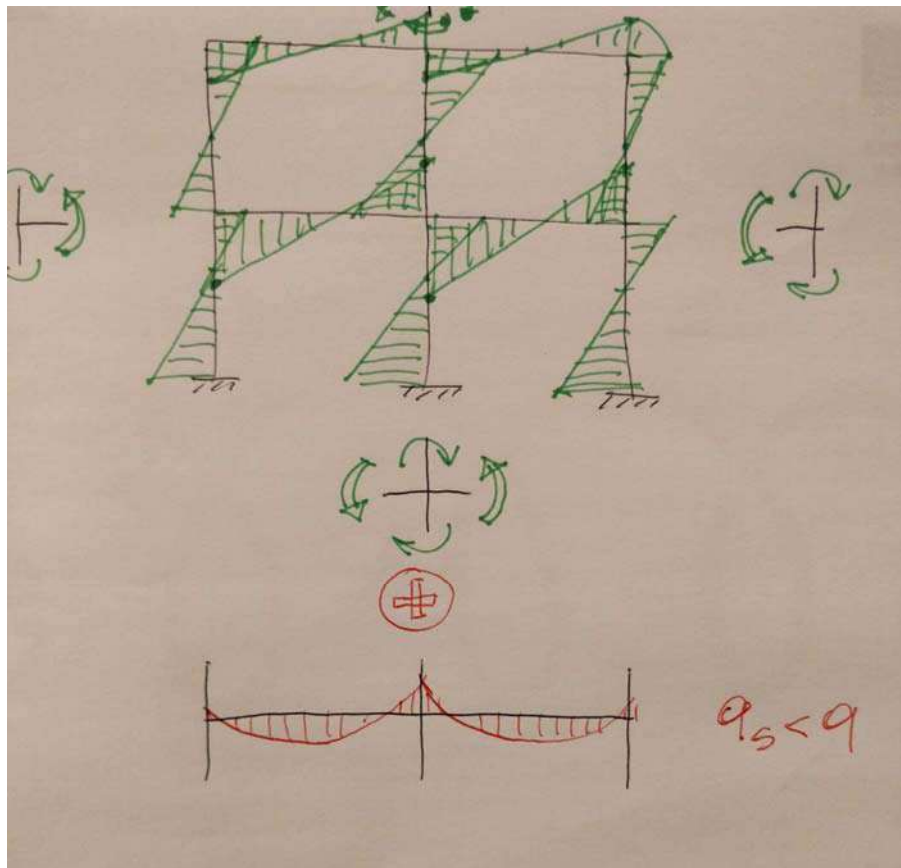
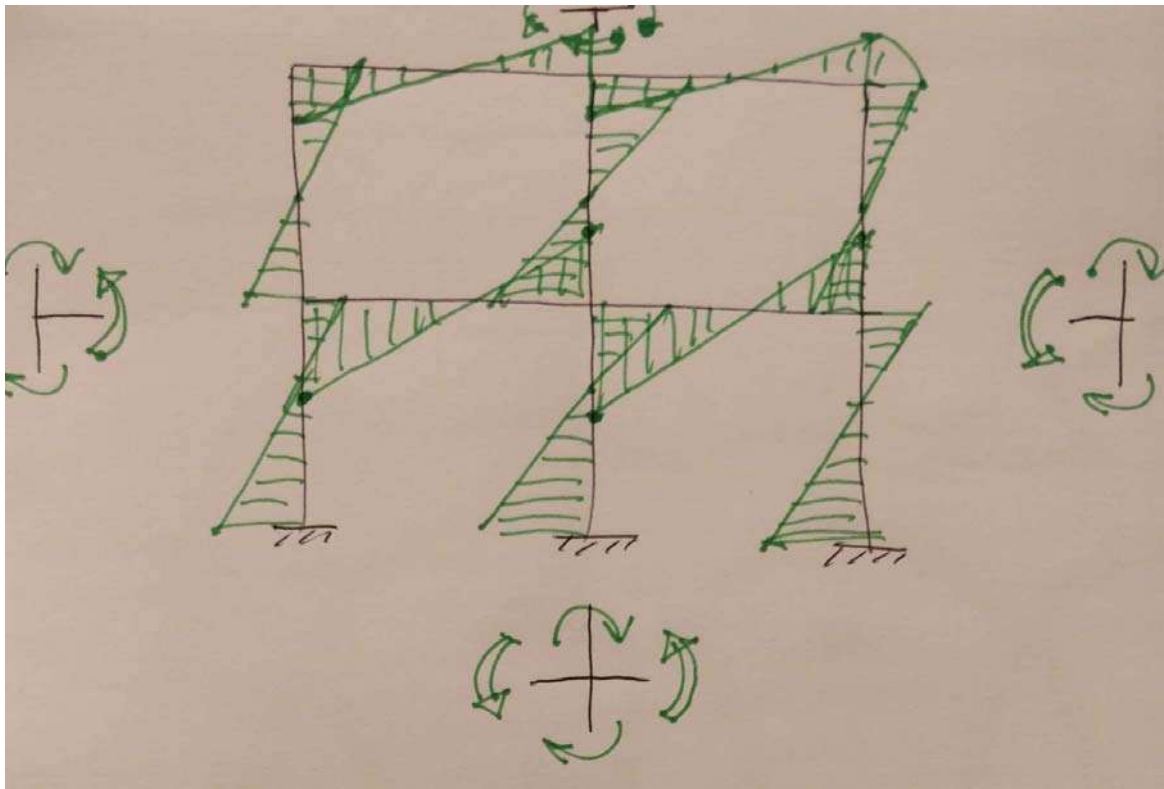
CANALI
VERTICALI

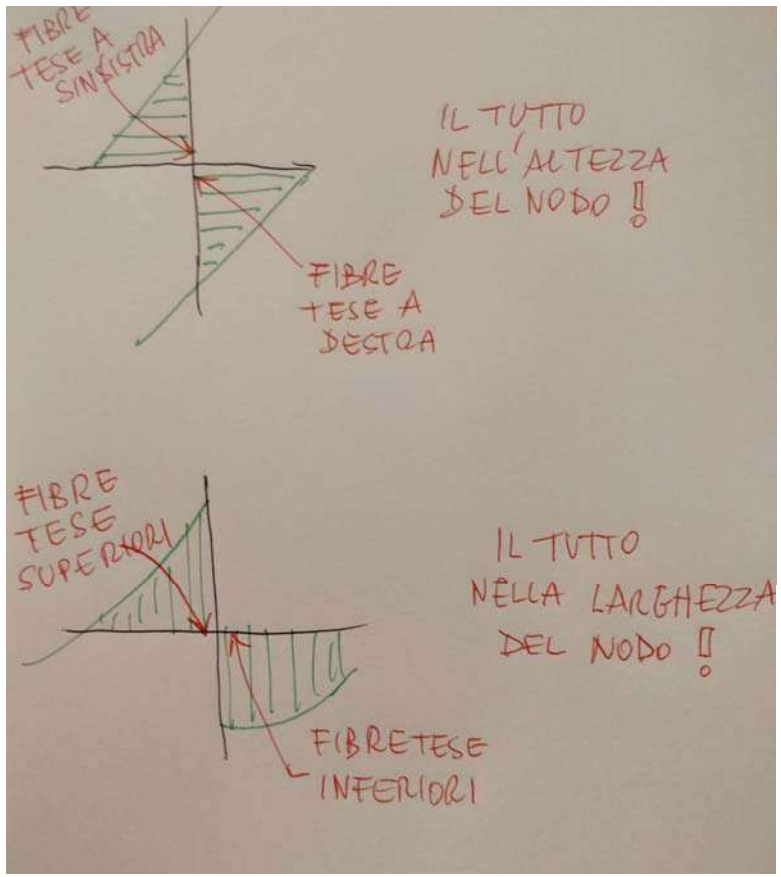
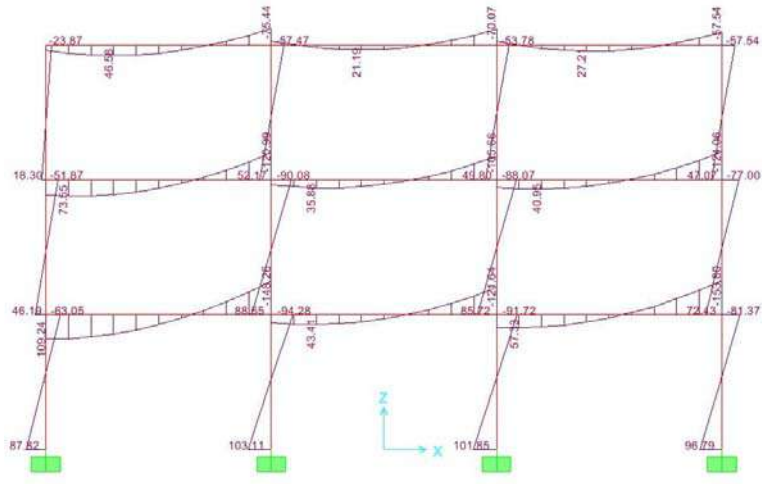


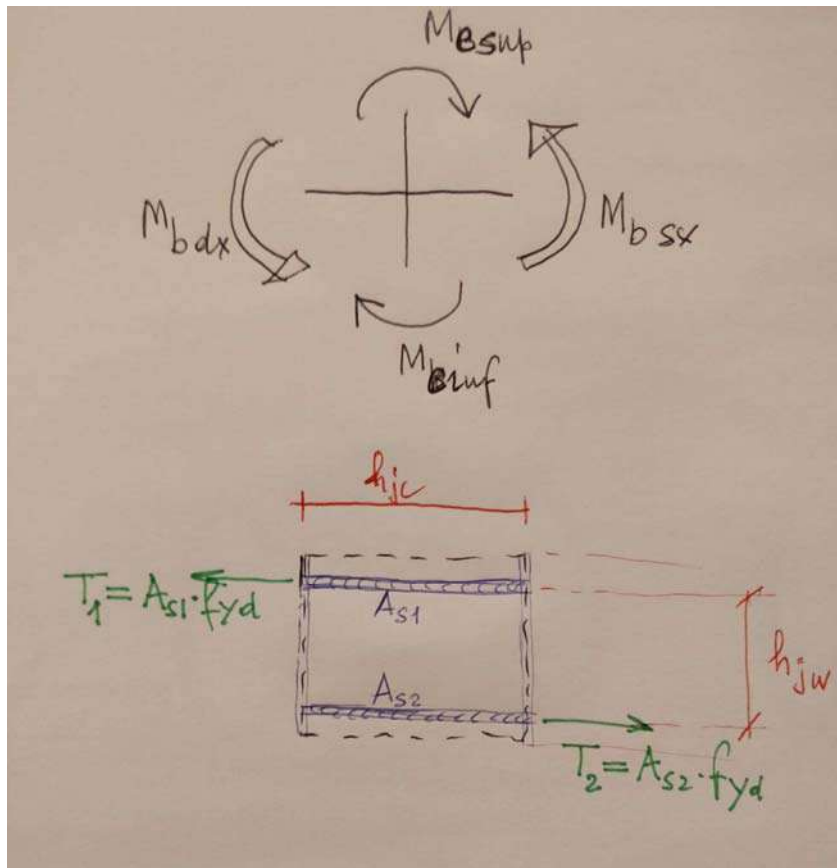
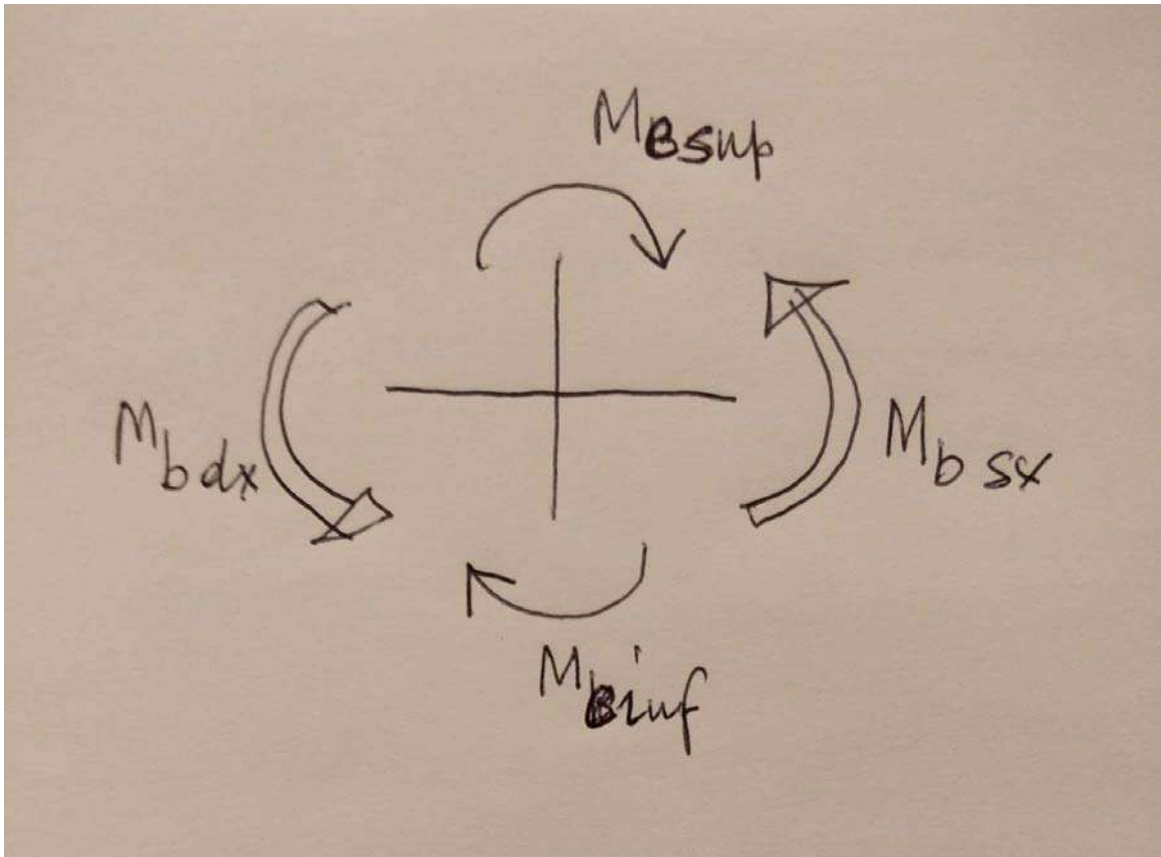


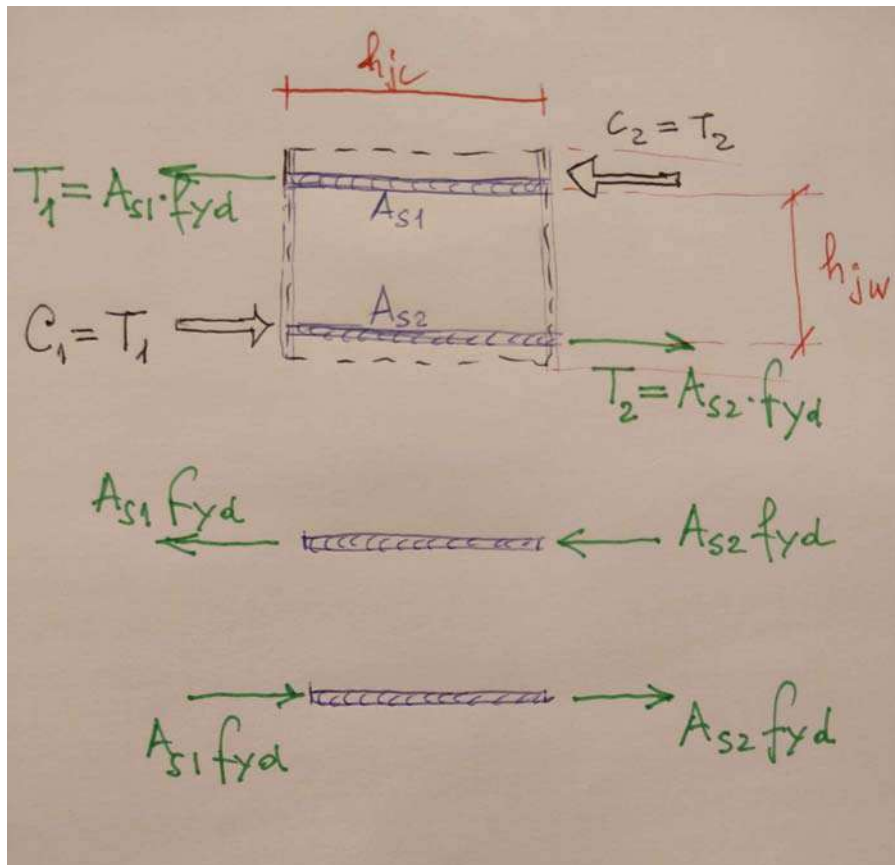
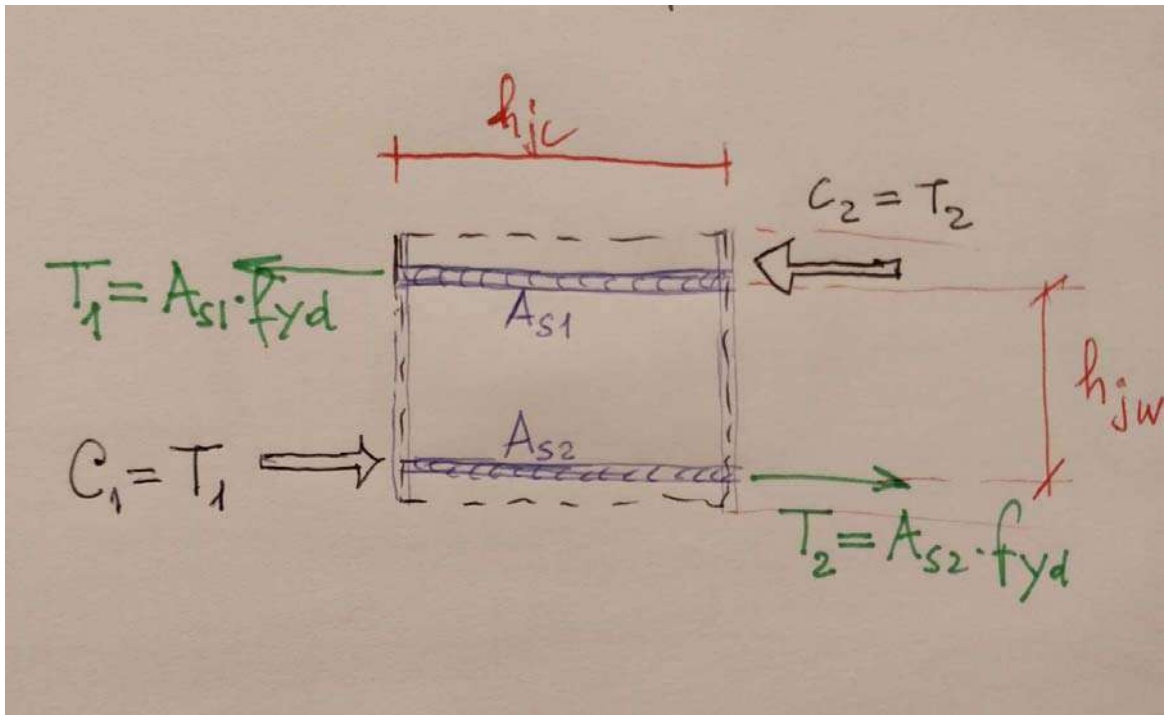
AZIONI
SISMICHE

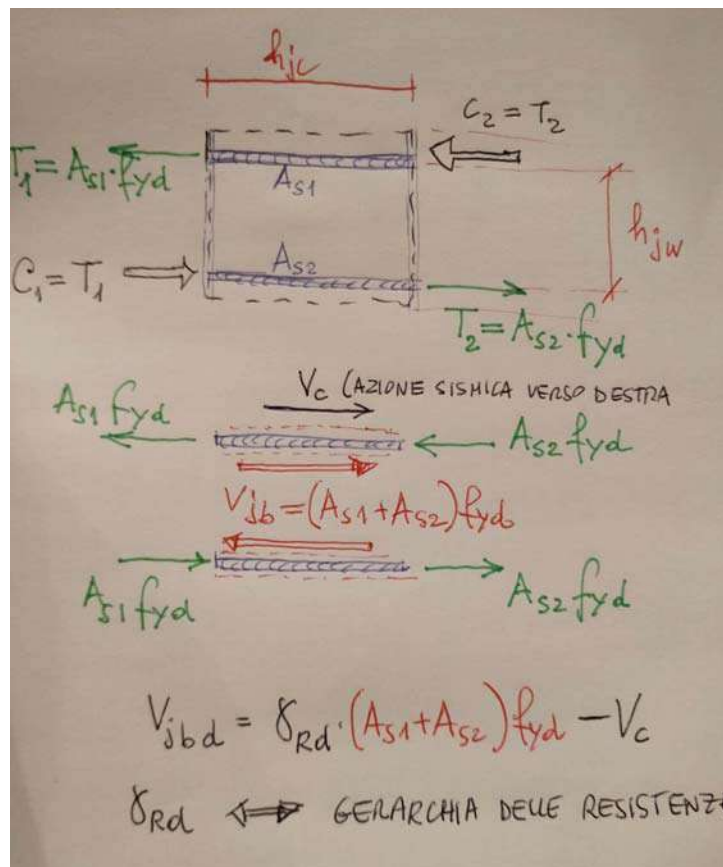
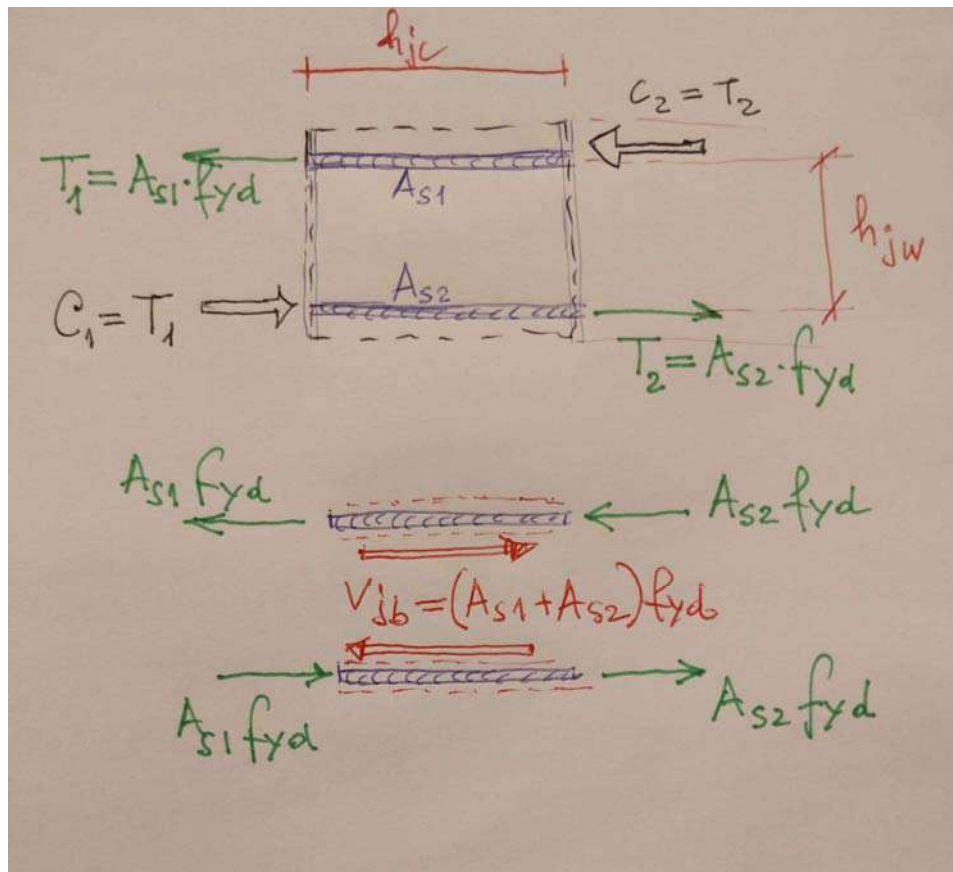




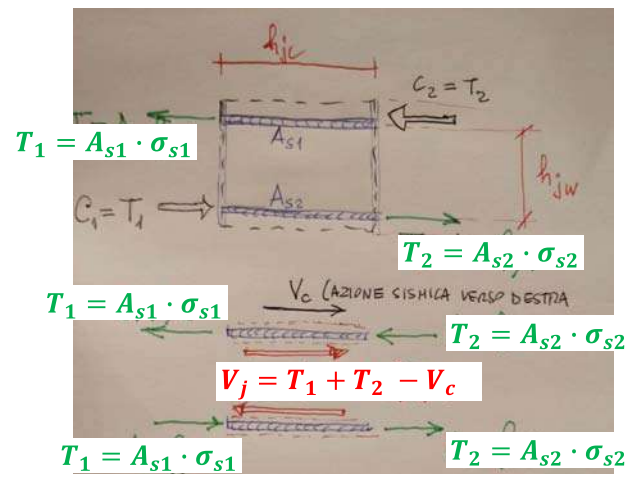






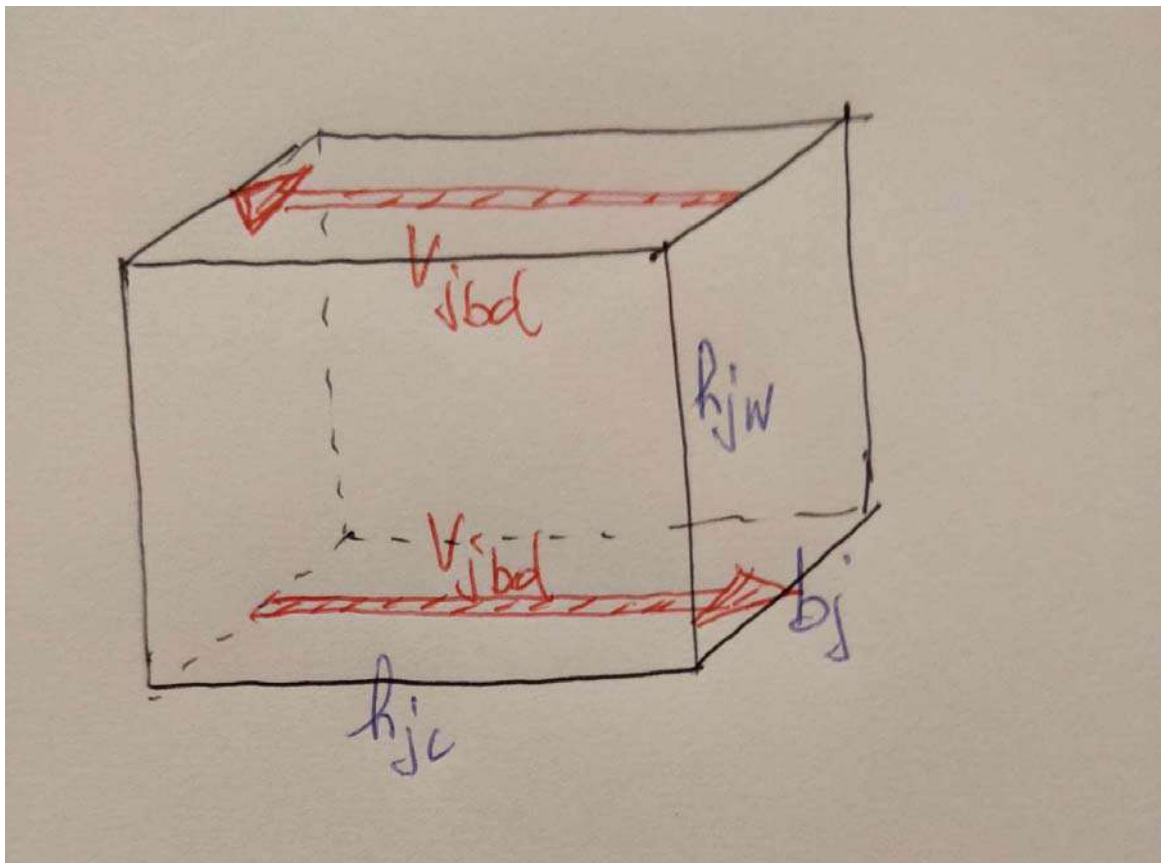


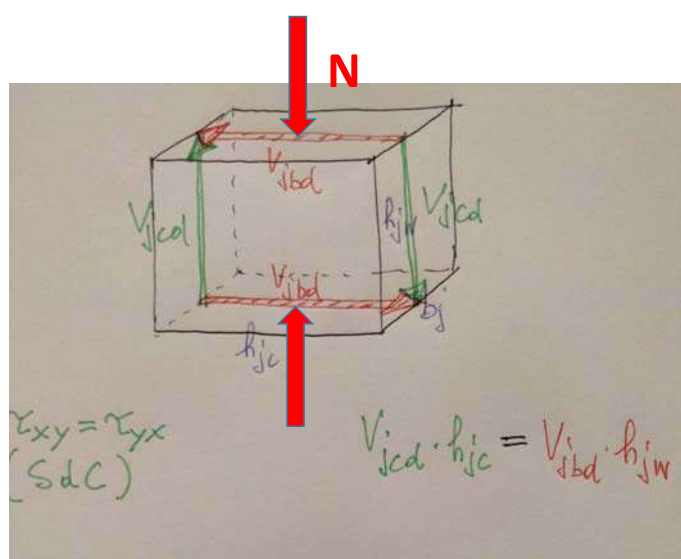
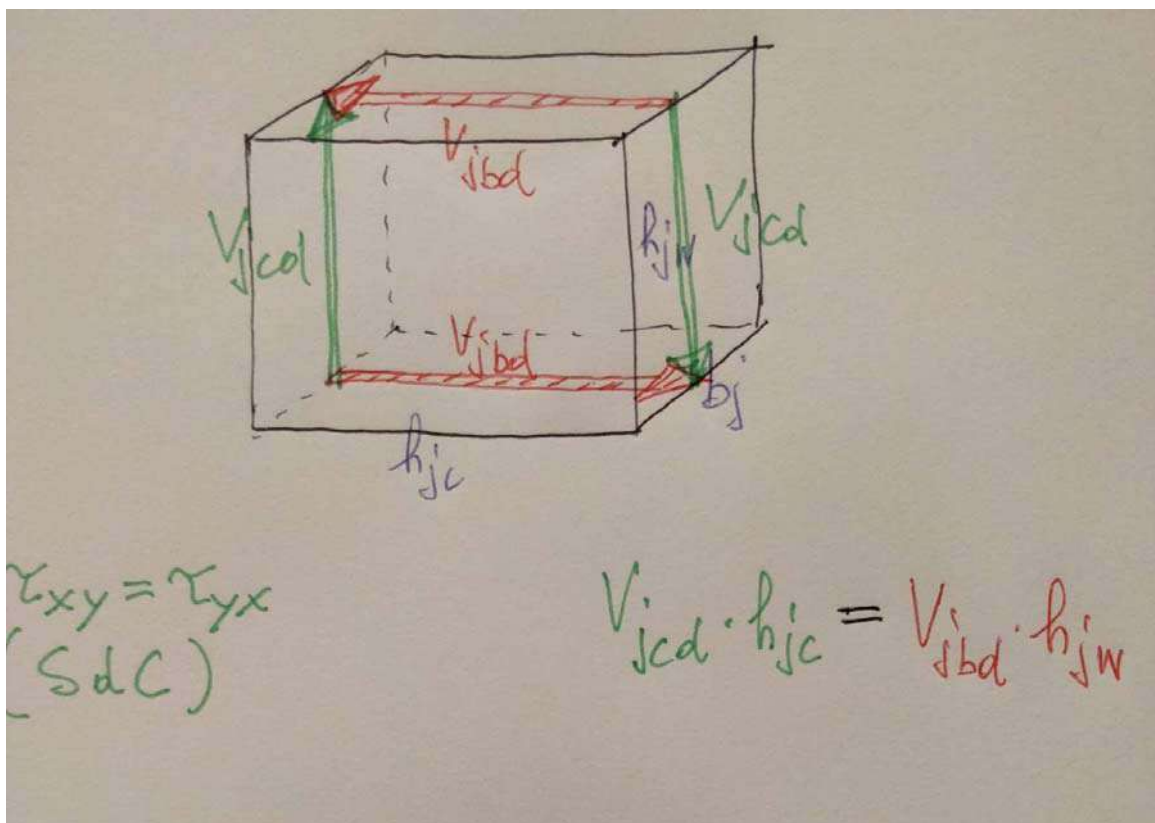
NODI EDIFICI ESISTENTI



σ_{s1} e σ_{s2}

Si calcolano per le sollecitazioni agenti

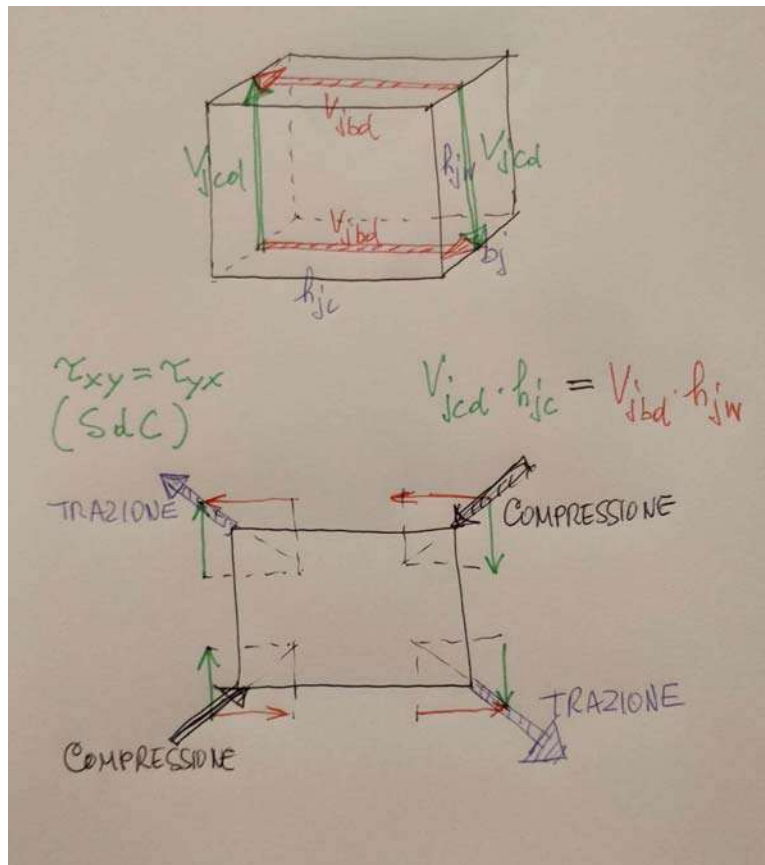
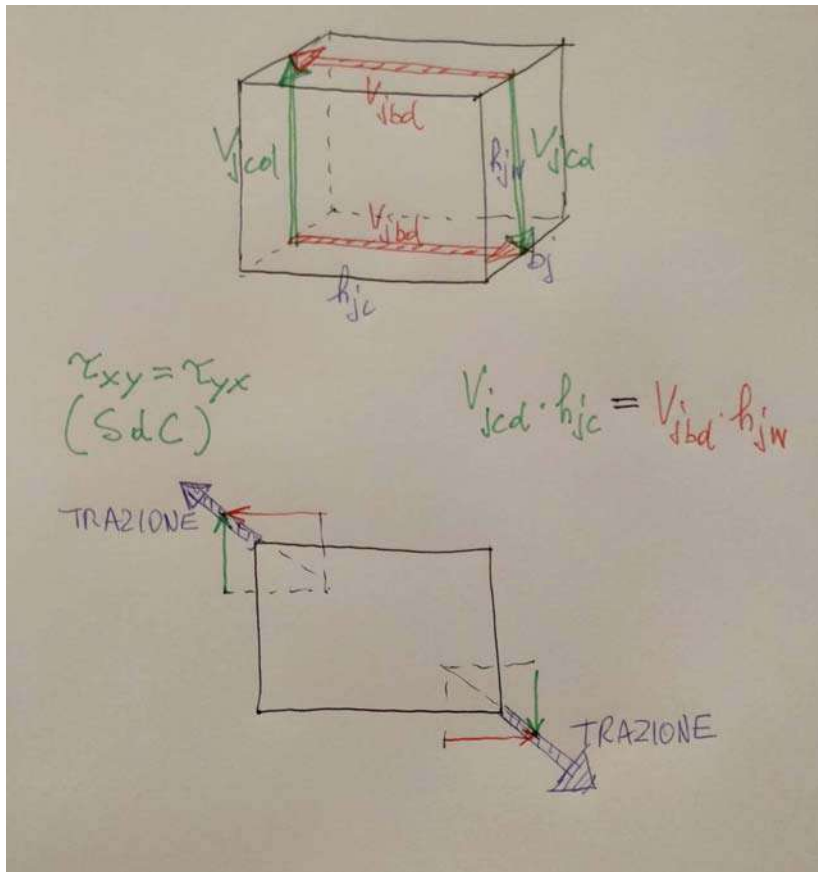


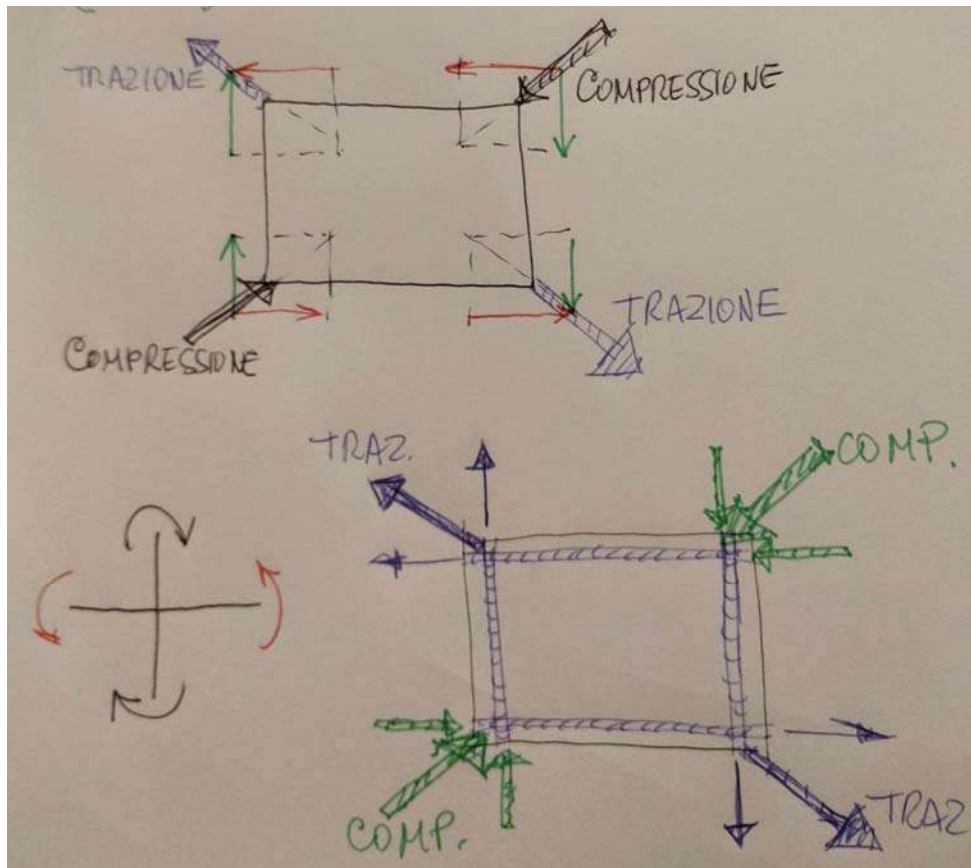
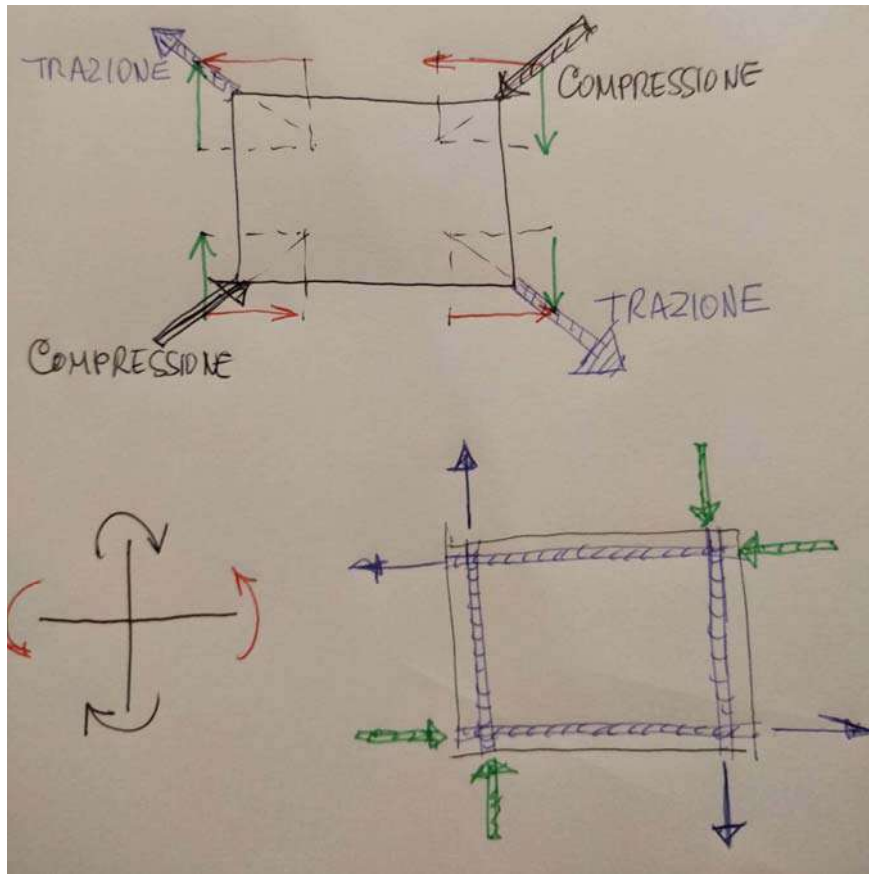


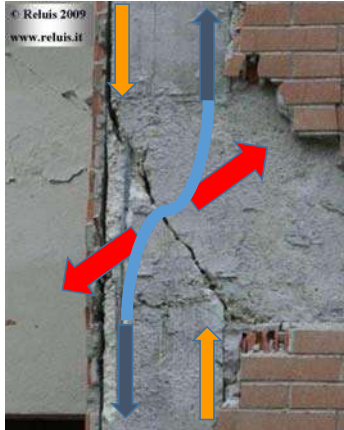
$$A_j = h_{jc} \cdot b_j$$

$$\sigma_m = \frac{N}{A_j}$$

$$\tau_m = \frac{V_{jbd}}{A_j}$$

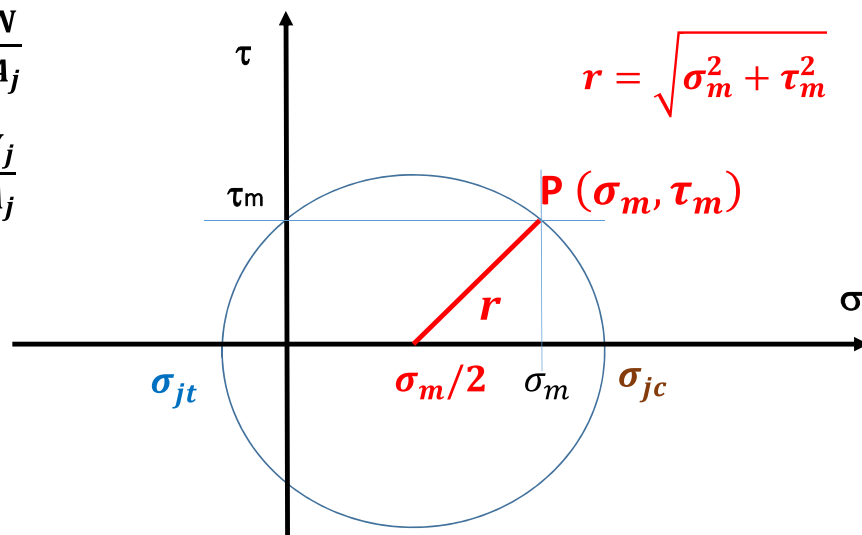






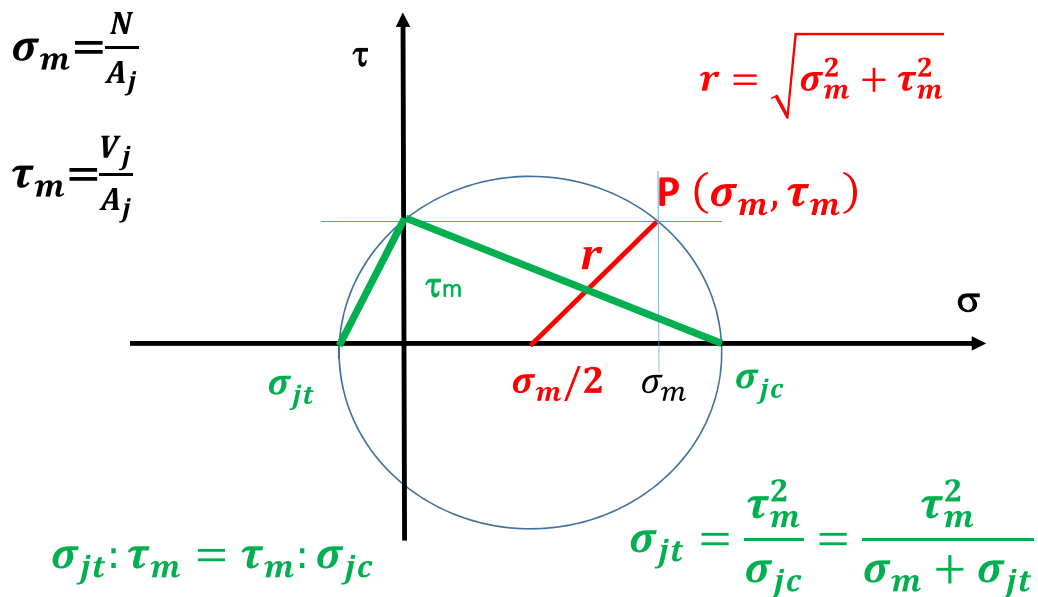
$$\sigma_m = \frac{N}{A_j}$$

$$\tau_m = \frac{V_j}{A_j}$$



$$\sigma_{jt} = \frac{\sigma_m}{2} - r = \frac{\sigma_m}{2} - \sqrt{\sigma_m^2 + \tau_m^2}$$

$$\sigma_{jc} = \frac{\sigma_m}{2} + r = \frac{\sigma_m}{2} + \sqrt{\sigma_m^2 + \tau_m^2}$$



Il massimo valore che può assumere σ_{jt} è pari a f_{ctd} ; se viene superato, è necessario assegnare a staffe la restante parte, quindi in volume tale pervenire alla seguente tensione:

$$\sigma_{sw} = \frac{\tau_m^2}{\sigma_m + f_{ctd}} - f_{ctd}$$

Il massimo valore che può assumere σ_{jt} è pari a f_{ctd} ; se viene superato, è necessario assegnare a staffe la restante parte, quindi in volume tale pervenire alla seguente tensione:

$$\sigma_{sw} \geq \frac{\tau_m^2}{\sigma_m + f_{ctd}} - f_{ctd}$$

$$\sigma_m = \frac{N}{A_j}$$

$$\tau_m = \frac{V_j}{A_j}$$

$$A_j = h_{jc} \cdot b_j$$

$$\sigma_{sw} = \frac{A_{sh} \cdot f_{yd}}{h_{jw} \cdot b_j}$$

7.4.4.3.1 Verifiche di resistenza (RES)

Il nodo deve essere progettato in maniera tale da evitare una sua rottura anticipata rispetto alle zone delle travi e dei pilastri in esso concorrenti.

In ogni nodo la capacità a taglio deve essere superiore o uguale alla corrispondente domanda.

La domanda a taglio in direzione orizzontale deve essere calcolata tenendo conto delle sollecitazioni più gravose che, per effetto dell'azione sismica, si possono verificare negli elementi che vi confluiscono. In assenza di più accurate valutazioni, la domanda a taglio agente nel nucleo di calcestruzzo del nodo può essere calcolata, per ciascuna direzione dell'azione sismica, come:

$$V_{nd} = \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{td} - V_C \quad \text{per nodi interni} \quad [7.4.6]$$

$$V_{nd} = \gamma_{Rd} \cdot A_{s1} \cdot f_{td} - V_C \quad \text{per nodi esterni} \quad [7.4.7]$$

in cui per il valore di γ_{Rd} si veda la Tab. 7.2.1. A_{s1} ed A_{s2} sono rispettivamente l'area dell'armatura superiore ed inferiore della trave e V_C è la forza di taglio nel pilastro al di sopra del nodo, derivante dall'analisi in condizioni sismiche.

Le forze di taglio che agiscono sui nodi devono corrispondere alla più avversa direzione di provenienza dell'azione sismica, la quale si riflette sulla scelta dei valori di A_{s1} , A_{s2} e V_C da utilizzare nelle espressioni [7.4.6] e [7.4.7].

La capacità a taglio del nodo è fornita da un meccanismo a traliccio che, a seguito della fessurazione diagonale, vede operare contemporaneamente un meccanismo di taglio compressione ed un meccanismo di taglio trazione. Si devono pertanto soddisfare requisiti atti a garantire l'efficacia dei due meccanismi.

La compressione nel puntone diagonale indotta dal meccanismo a traliccio non deve eccedere la resistenza a compressione del calcestruzzo. In assenza di modelli più accurati, il requisito può ritenersi soddisfatto se:

$$V_{nd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{je} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}} \quad [7.4.8]$$

in cui

$$\eta = \alpha_j \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \quad \text{con } f_{ck} \text{ espresso in MPa} \quad [7.4.9]$$

ed α_j è un coefficiente che vale 0,6 per nodi interni e 0,48 per nodi esterni, v_d è la forza assiale nel pilastro al di sopra del nodo, normalizzata rispetto alla resistenza a compressione della sezione di solo calcestruzzo, b_{jc} è la distanza tra le giaciture più esterne delle armature del pilastro, b_j è la larghezza effettiva del nodo. Quest'ultima è assunta pari alla minore tra:

- a) la maggiore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave;
- b) la minore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave, ambedue aumentate di metà altezza della sezione del pilastro.

Per evitare che la massima trazione diagonale del calcestruzzo ecceda la f_{td} deve essere previsto un adeguato confinamento. In assenza di modelli più accurati, si possono disporre nel nodo staffe orizzontali di diametro non inferiore a 6 mm, in modo che:

$$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{je}} \geq \frac{[V_{nd} / (b_j \cdot h_{je})]^2}{f_{td} + v_d \cdot f_{td}} - f_{td} \quad [7.4.10]$$

in cui i simboli già utilizzati hanno il significato in precedenza illustrato, A_{sh} è l'area totale della sezione delle staffe e b_{jw} è la distanza tra le giaciture di armature superiori e inferiori della trave.

In alternativa, l'integrità del nodo a seguito della fessurazione diagonale può essere garantita integralmente dalle staffe orizzontali se:

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{td} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni} \quad [7.4.11]$$

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s1} \cdot f_{td} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni} \quad [7.4.12]$$

dove per il valore di γ_{Rd} si veda la Tab. 7.2.1. A_{s1} ed A_{s2} hanno il valore visto in precedenza, v_d è la forza assiale normalizzata agente al di sopra del nodo, per i nodi interni, al di sotto del nodo, per i nodi esterni.

resistenza compressione cls:

$$\beta \cdot f_{cd}$$

$$\beta = \alpha_j \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$$

$$\eta = \alpha_j \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

nodi esterni:

$$\alpha_j = 0,48$$

esempio nodo interno

$$\beta = 0,48 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) \cdot \sqrt{1 - \frac{0,2}{0,44}} = 0,33$$

7.4.4.3.1 Verifiche di resistenza (RES)

Il nodo deve essere progettato in maniera tale da evitare una sua rottura anticipata rispetto alle zone delle travi e dei pilastri in esso concorrenti.

In ogni nodo la capacità a taglio deve essere superiore o uguale alla corrispondente domanda.

La domanda a taglio in direzione orizzontale deve essere calcolata tenendo conto delle sollecitazioni più gravose che, per effetto dell'azione sismica, si possono verificare negli elementi che vi confluiscono. In assenza di più accurate valutazioni, la domanda a taglio agente nel nucleo di calcestruzzo del nodo può essere calcolata, per ciascuna direzione dell'azione sismica, come:

$$V_{nd} = \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{td} - V_C \quad \text{per nodi interni} \quad [7.4.6]$$

$$V_{nd} = \gamma_{Rd} \cdot A_{s1} \cdot f_{td} - V_C \quad \text{per nodi esterni} \quad [7.4.7]$$

in cui per il valore di γ_{Rd} si veda la Tab. 7.2.1. A_{s1} ed A_{s2} sono rispettivamente l'area dell'armatura superiore ed inferiore della trave e V_C è la forza di taglio nel pilastro al di sopra del nodo, derivante dall'analisi in condizioni sismiche.

Le forze di taglio che agiscono sui nodi devono corrispondere alla più avversa direzione di provenienza dell'azione sismica, la quale si riflette sulla scelta dei valori di A_{s1} , A_{s2} e V_C da utilizzare nelle espressioni [7.4.6] e [7.4.7].

La capacità a taglio del nodo è fornita da un meccanismo a traliccio che, a seguito della fessurazione diagonale, vede operare contemporaneamente un meccanismo di taglio compressione ed un meccanismo di taglio trazione. Si devono pertanto soddisfare requisiti atti a garantire l'efficacia dei due meccanismi.

La compressione nel puntone diagonale indotta dal meccanismo a traliccio non deve eccedere la resistenza a compressione del calcestruzzo. In assenza di modelli più accurati, il requisito può ritenersi soddisfatto se:

$$V_{nd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{je} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}} \quad [7.4.8]$$

in cui

$$\eta = \alpha_j \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \quad \text{con } f_{ck} \text{ espresso in MPa} \quad [7.4.9]$$

ed α_j è un coefficiente che vale 0,6 per nodi interni e 0,48 per nodi esterni, v_d è la forza assiale nel pilastro al di sopra del nodo, normalizzata rispetto alla resistenza a compressione della sezione di solo calcestruzzo, b_{jc} è la distanza tra le giaciture più esterne delle armature del pilastro, b_j è la larghezza effettiva del nodo. Quest'ultima è assunta pari alla minore tra:

- a) la maggiore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave;
- b) la minore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave, ambedue aumentate di metà altezza della sezione del pilastro.

Per evitare che la massima trazione diagonale del calcestruzzo ecceda la f_{td} deve essere previsto un adeguato confinamento. In assenza di modelli più accurati, si possono disporre nel nodo staffe orizzontali di diametro non inferiore a 6 mm, in modo che:

$$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{je}} \geq \frac{[V_{nd} / (b_j \cdot h_{je})]^2}{f_{td} + v_d \cdot f_{td}} - f_{td} \quad [7.4.10]$$

in cui i simboli già utilizzati hanno il significato in precedenza illustrato, A_{sh} è l'area totale della sezione delle staffe e b_{jw} è la distanza tra le giaciture di armature superiori e inferiori della trave.

In alternativa, l'integrità del nodo a seguito della fessurazione diagonale può essere garantita integralmente dalle staffe orizzontali se:

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{td} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni} \quad [7.4.11]$$

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s1} \cdot f_{td} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni} \quad [7.4.12]$$

dove per il valore di γ_{Rd} si veda la Tab. 7.2.1. A_{s1} ed A_{s2} hanno il valore visto in precedenza, v_d è la forza assiale normalizzata agente al di sopra del nodo, per i nodi interni, al di sotto del nodo, per i nodi esterni.

$$\sigma_{sw} \geq \frac{\tau_m^2}{\sigma_m + f_{ctd}} - f_{ctd}$$

$$\sigma_{sw} = \frac{A_{sh} \cdot f_{yd}}{h_{jw} \cdot b_j}$$

NODI EDIFICI ESISTENTI (CIRCOLARE NTC 2018)

Nodi trave-pilastro

La verifica di resistenza deve essere eseguita solo per i nodi non interamente confinati come definiti al § 7.4.4.3 delle NTC. Deve essere verificata sia la resistenza a trazione diagonale che quella a compressione diagonale. Per la verifica si possono adottare le seguenti espressioni:

- per la resistenza a trazione:

$$\sigma_{jt} = \frac{N}{2A_j} + \sqrt{\left(\frac{N}{2A_j}\right)^2 + \left(\frac{V_j}{A_j}\right)^2} \leq 0.3\sqrt{f_c} \quad (f_c \text{ in MPa})$$

[C8.7.2.11]

- per la resistenza a compressione:

$$\sigma_{jc} = \frac{N}{2A_j} + \sqrt{\left(\frac{N}{2A_j}\right)^2 + \left(\frac{V_j}{A_j}\right)^2} \leq 0.5f_c \quad (f_c \text{ in MPa})$$

[C8.7.2.12]

dove N indica l'azione assiale presente nel pilastro superiore, V_j indica il taglio totale agente sul nodo, considerando sia il taglio derivante dall'azione presente nel pilastro superiore, sia quello dovuto alla sollecitazione di trazione presente nell'armatura longitudinale superiore della trave, $A_j = b_j h_{jc}$ dove b_j e h_{jc} sono stati definiti al § 7.4.4.3.1 della norma. Le resistenze dei materiali sono ottenute come media delle prove eseguite in sito e da fonti aggiuntive di informazione, divise per il fattore di confidenza appropriato in relazione al Livello di Conoscenza raggiunto e per il coefficiente parziale del materiale.

COSTRUZIONI ESISTENTI

PAOLO RIVA, UNIVERSITÀ DI BERGAMO – ACI IC

Professore Ordinario presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Bergamo, titolare dei corsi di *Elementi strutturali in c.a. e c.a.p.* e di *Costruzioni in zona sismica*. È autore di oltre 250 articoli su riviste scientifiche e in atti di convegni nazionali ed internazionali. Membro del CEN-TC229 *Precast Concrete Products*, del CEN TC250-SC8 *Eurocode 8: Earthquake resistance design of structures*, Convenor del TG *Cladding and Infill Panels*.

Roma - 4 Ottobre 2018

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Dipartimento per le infrastrutture, i sistemi informativi e statistici Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Verifica delle strutture, controllo in cantiere e valutazione dei progetti

COSTRUZIONI ESISTENTI

Paolo Riva

Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate

paolo.riva@unibg.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BERGAMO

INTRODUZIONE

Rispetto al DM 14.08.2018 la norma riporta alcune modifiche la cui portata concettuale assume particolare rilievo.

L'importanza che le criticità locali assumono negli edifici esistenti, in termini di danni a persone e cose, ha portato a considerare con maggiore attenzione gli interventi locali di rafforzamento e gli interventi di miglioramento.

Alcune differenze:

- 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),
- una diversa definizione dell'intervento di adeguamento
- un'ampia considerazione dedicata alla valutazione e riduzione del rischio sismico
- maggiore attenzione prestata agli interventi finalizzati a ridurre la vulnerabilità delle costruzioni esistenti.

8.1 OGGETTO

Si definisce costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto d'intervento, la struttura completamente realizzata.

Per **struttura completamente realizzata** può intendersi 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**, devono essere state **almeno interamente realizzate le strutture e i muri portanti e le strutture degli orizzontamenti e delle coperture.**

Per beni del patrimonio culturale vincolato, oltre a NTC 2018 Cap 8.4, riferirsi a: *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"*

8.2 CRITERI GENERALI

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi devono tenere conto dei seguenti aspetti della costruzione:

- riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- possono essere insiti, ma non palesi, difetti di impostazione e di realizzazione;
- La costruzione può essere stata soggetta ad azioni i cui effetti non siano manifesti;
- le strutture possono presentare degrado e/o modifiche significative intervenute nel tempo.

Interventi che non prevedano modifiche strutturali (impiantistici, di distribuzione degli spazi, etc.): valutare la possibile interazione con SLU ed SLE della struttura o di parte di essa.

Nella definizione dei modelli strutturali si dovranno considerare, oltre alle azioni:

- la geometria e i particolari costruttivi;
- le proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni;

I metodi di analisi e di verifica dipendono dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile e **l'uso di coefficienti legati ai "fattori di confidenza"** che, nelle verifiche di sicurezza, modifichino i parametri di capacità in funzione del **livello di conoscenza.**

8.2 CRITERI GENERALI

Per le costruzioni 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 singoli e edifici 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 delle singole parti o unità strutturali.

Attenzione deve essere dedicata alla individuazione di situazioni critiche locali e al loro conseguente effetto sulle verifiche. Esempi tipici sono la presenza e la realizzazione 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'innescio di meccanismi locali**.

8.2 CRITERI GENERALI

Per le costruzioni esistenti di c.a. e di acciaio, può essere attivata la **capacità di elementi con meccanismi resistenti sia "duttili" sia "fragili"**; l'analisi sismica globale sarebbe opportuno utilizzasse metodi di modellazione e analisi che consentano di valutare 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.

Lo spostamento o la demolizione di tramezzature o tamponature con rigidità e resistenza non trascurabili potrebbero alterare la configurazione del fabbricato.

Riguardo ai dettagli costruttivi, per gli edifici esistenti le **NTC non impongono la conformità alle prescrizioni previste per le nuove costruzioni**.

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.

8.2 CRITERI GENERALI

Categorie di intervento: **interventi locali o di riparazione, di miglioramento e di adeguamento.**

Collaudo Statico obbligatorio per interventi di adeguamento e di miglioramento

Collaudo Statico NON obbligatorio per interventi locali o di riparazione

Criteri fondamentali di intervento: ricerca della regolarità, attenzione alle fasi

Al fine di una corretta valutazione del possibile utilizzo delle costruzioni, il **tecnico incaricato** delle verifiche o del progetto **deve esplicitare**, nei documenti progettuali, **i livelli di sicurezza attuali e quelli che l'eventuale intervento si prefigge di conseguire, nonché le eventuali conseguenti limitazioni nell'uso della costruzione**, esplicitando, per quanto possibile anche il livello di sicurezza degli elementi costruttivi non strutturali.

Il complesso delle norme vigenti consente l'utilizzo anche delle costruzioni esistenti che non raggiungano i livelli di sicurezza richiesti per le costruzioni nuove.

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza 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 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 **aumentare la sicurezza strutturale**, mediante interventi.

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA OBBLIGATORIA QUANDO:

- **riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti** dovuta a: significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, deformazioni significative conseguenti anche a problemi in fondazione; danneggiamenti prodotti da azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), da azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) o da situazioni di funzionamento ed uso anomali;
- **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 **classe d'uso superiore;**
- **esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali**, qualora essi **interagiscano**, anche solo in parte, con **elementi aventi funzione strutturale** e, in modo consistente, ne **riducano la capacità e/o ne modifichino la rigidità;**
- **ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali** di cui al § 8.4;
- **opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abitativo**, ove necessario, o in difformità alle norme tecniche per le costruzioni vigenti al momento della costruzione.

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Qualora le circostanze di cui ai punti precedenti riguardino porzioni limitate della costruzione, la valutazione della sicurezza potrà essere effettuata anche solo sugli elementi interessati e su 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.

Nella valutazione della sicurezza, da effettuarsi ogni qual volta si eseguano interventi strutturali di miglioramento o adeguamento di cui al § 8.4, **il progettista dovrà esplicitare** in un'apposita relazione, esprimendoli in **termini di rapporto fra capacità e domanda**, i **livelli di sicurezza precedenti all'intervento e quelli raggiunti con esso.**

La valutazione di sicurezza non è richiesta a seguito di una eventuale variazione dell'entità delle azioni dovute a una revisione o della normativa o delle zonazioni che differenziano le azioni ambientali (sisma, neve, vento) nelle diverse parti del territorio italiano

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

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.

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La **valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti** potranno essere eseguite con riferimento ai **solli SLU**, salvo che per le costruzioni in **classe d'uso IV**, per le quali sono richieste anche le verifiche agli **SLE**; 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.

La valutazione della sicurezza degli edifici esistenti, per quanto possibile, deve essere effettuata in rapporto a quella richiesta per gli edifici nuovi.

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

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.). Il parametro di confronto dell'azione sismica da adottare per la definizione di ζ_E è, salvo casi particolari, 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.

Provvedimenti restrittivi dell'uso della costruzione e/o interventi di miglioramento o adeguamento **necessari** in caso non siano soddisfatte le verifiche relative alle azioni antropiche, ossia prevalentemente ai carichi permanenti e alle altre azioni di servizio.

8.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

I valori minimi di ζ_E per le **costruzioni di classe IV e classe III relativamente agli edifici scolastici**, non costituiscono, di per sé, fattori sufficienti per validare l'uso delle costruzioni predette, non descrivendo in modo esaustivo la reale situazione di rischio.

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), andranno adottati i provvedimenti opportuni, quali ad esempio **limitazione dei carichi consentiti, restrizioni all'uso e/o esecuzione di interventi volti ad aumentare la sicurezza**, che consentano l'uso della costruzione con i livelli di sicurezza richiesti dalle NTC.

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/adequare complessivamente la costruzione e/o parti di essa.

8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

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

Solo gli interventi di miglioramento ed adeguamento sono sottoposti a collaudo statico.

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.

8.4.1 RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

Gli interventi di questo tipo riguarderanno **single parti e/o elementi della struttura**. Essi **non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione**. Finalità:

- ripristinare le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare 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, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

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.

8.4.1 RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

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). **Gli interventi di rinforzo devono privilegiare lo sviluppo di meccanismi duttili o comunque migliorare la duttilità locale, così da favorire lo sviluppo della duttilità di insieme della struttura.**

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, tra componenti prefabbricati) **ricadono in questa categoria.**

La **modifica di una parte limitata della struttura** (ad es. 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 rigidità, resistenza nei confronti delle azioni orizzontali e capacità di deformazione della struttura.

La **relazione** deve riportare i risultati delle indagini conoscitive, le carenze strutturali riscontrate, la descrizione dei lavori e i risultati attesi, dimostrando che l'intervento non ha modificato in senso negativo il comportamento della costruzione (elementi e insieme).

8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

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

- Per la combinazione sismica delle azioni, $\zeta_E \leq 1,0$;
- per costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV $\zeta_E \geq 0,6$;
- per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II $\zeta_E \geq 0,1$

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 $\zeta_E \geq 1,0$.

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.

8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

L'intervento di miglioramento è finalizzato a conseguire un aumento della sicurezza della costruzione.

In questa categoria ricadono tutti gli interventi che, pur non rientrando nella categoria dell'adeguamento, possono determinare modifiche del comportamento strutturale locale o globale o operando variazioni di rigidità, resistenza o capacità deformativa di singoli elementi o di porzioni della struttura, o introducendo nuovi elementi strutturali. Ciò può avvenire 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.

8.4.3 INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

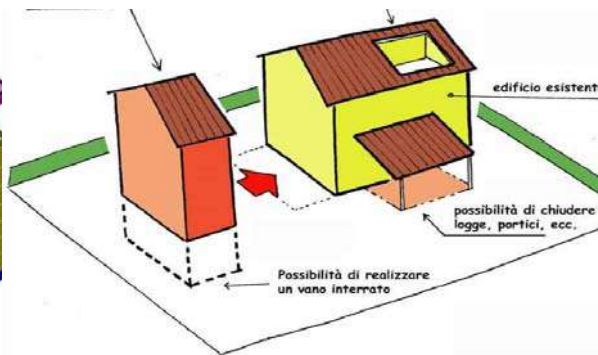
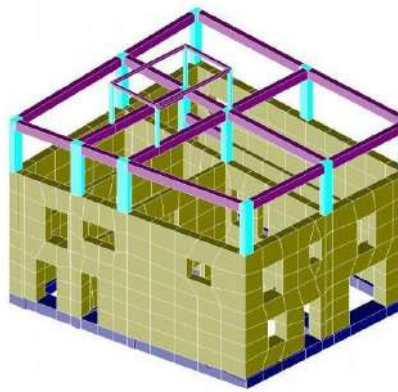
L'intervento di adeguamento della costruzione **è obbligatorio quando si intenda:**

- a) **sopraelevare la costruzione ($\zeta_E \geq 1,0$);**
- b) **ampliare la costruzione** mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta (**$\zeta_E \geq 1,0$**);
- c) apportare variazioni 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 § 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 (**$\zeta_E \geq 0,8$**);
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli 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 ($\zeta_E \geq 1,0$)**.
- e) apportare **modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV ($\zeta_E \geq 0,8$)**.

8.4.3 INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

Obbligatorio procedere alla valutazione della sicurezza e all'adeguamento della costruzione nei casi di:

- sopraelevazione;
- ampliamento mediante opere connesse;
- variazione di classe e/o destinazione d'uso e/o geometria della struttura.



8.4.3 INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

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

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 dovuta alla realizzazione di cordoli sommitali o a variazioni della copertura che non comportino incrementi di superficie abitabile, non è considerato ampliamento, ai sensi della condizione a). In tal caso non è necessario procedere all'adeguamento, salvo che non ricorrano una o più delle condizioni di cui agli altri precedenti punti.

L'intervento di adeguamento ha l'obiettivo di raggiungere i livelli di sicurezza richiesti per gli edifici di nuova costruzione.

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. **Non è necessario il soddisfacimento delle prescrizioni sui dettagli costruttivi (per esempio armatura minima, passo delle staffe, dimensioni minime di travi e pilastri, ecc.) previste per le costruzioni nuove.**

8.4.5 DEFINIZIONE MODELLO DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI

Nelle costruzioni esistenti le situazioni concretamente riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche per tutti i casi. Di conseguenza, il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale atteso.

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. Tali problematiche diventano 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 trasformazione, 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.

8.4.5 DEFINIZIONE MODELLO DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI

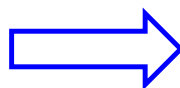
La definizione di modelli di riferimento che descrivano il comportamento dell'edificio costituisce una delle fasi più complesse dell'intera procedura di analisi;
L'adeguata conoscenza del manufatto è presupposto fondamentale e fase imprescindibile per la comprensione di singole criticità e del comportamento strutturale; l'attendibilità dei risultati, dunque, è strettamente legata al livello di conoscenza.

8.5.1 ANALISI STORICO- CRITICA

8.5.2 RILIEVO

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE
MECCANICA DEI MATERIALI

Dalle fasi conoscitive si
individuano



LIVELLI DI CONOSCENZA E
FATTORI DI CONFIDENZA

8.5.1 ANALISI STORICO-CRITICA

Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dalla costruzione, nonché gli eventi che l'hanno interessata.

La conoscenza della storia di un fabbricato è elemento indispensabile, sia per la valutazione della sicurezza attuale, sia per la definizione degli interventi e la previsione della loro efficacia.

L'analisi storica deve essere finalizzata a comprendere le vicende costruttive, i dissesti, i fenomeni di degrado, i cimenti subiti dall'edificio e, particolarmente frequenti nelle costruzioni in muratura, le trasformazioni operate dall'uomo che possono aver prodotto cambiamenti nell'assetto statico originario. In tal senso l'indagine storica diventa indagine critica e fonte, per eccellenza, di documentazione e conoscenza finalizzate all'interpretazione del comportamento strutturale.

8.5.1 ANALISI STORICO-CRITICA

L'analisi inizia con il reperire tutti i documenti disponibili sulle origini del fabbricato quali, ad esempio, elaborati e relazioni progettuali della prima realizzazione della costruzione e di eventuali successivi interventi, elaborati e rilievi già prodotti, eventuali relazioni di collaudo e riguarda:

- l'epoca di costruzione;
- le tecniche, le regole costruttive e, se esistenti, le norme tecniche dell'epoca di costruzione;
- la forma originaria e le successive modifiche;
- i traumi subiti e le alterazioni delle condizioni al contorno;
- le deformazioni, i dissesti e i quadri fessurativi, con indicazioni, ove possibile, della loro evoluzione nel tempo;
- gli interventi di consolidamento pregressi;
- gli aspetti urbanistici e storici che hanno regolato lo sviluppo dell'aggregato edilizio di cui l'edificio è parte.

Risulta, in generale, utile anche la conoscenza delle patologie o delle carenze costruttive evidenziate da edifici simili per tipologia ed epoca di costruzione.

Il rilievo geometrico-strutturale dovrà essere riferito alla geometria complessiva, sia della costruzione, sia degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con le eventuali strutture in aderenza. Nel rilievo dovranno essere rappresentate le modificazioni intervenute nel tempo, come desunte dall'analisi storico-critica.

Il rilievo deve individuare l'organismo resistente della costruzione, tenendo anche presenti la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi.

Dovranno altresì essere rilevati i dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno.

Il rilievo comprende anche l'identificazione dei fenomeni di dissesto e di degrado e di qualunque fonte di vulnerabilità e, unito all'analisi storica, contribuisce sia all'identificazione delle cause di dissesto e dei meccanismi di dissesto in atto, sia alla valutazione del livello di urgenza degli eventuali provvedimenti da adottare.

Il rilievo della geometria della costruzione deve essere sempre completo, tenendo conto di tutte le parti dell'opera effettivamente raggiungibili; per i dettagli costruttivi, invece, si accettano livelli di approfondimento dell'indagine crescenti.

COSTRUZIONI DI MURATURA

Nelle costruzioni di muratura, data la grande varietà di materiali e tecniche costruttive, è di primaria importanza la conoscenza della composizione degli elementi costruttivi e delle caratteristiche dei collegamenti, a partire dalla tipologia e disposizione dei materiali e dalla presenza di discontinuità; in questo ambito, la verifica dell'efficacia degli incatenamenti, siano essi lignei o metallici, merita una particolare attenzione. Il rilievo comprende anche:

- morfologia delle murature, con valutazione della tipologia e della disposizione dei materiali sulle superfici e nello spessore, con particolare attenzione alla presenza del nucleo;
- vuoti, discontinuità, cavedi, tracce di passati interventi e di vecchie aperture tamponate;
- continuità delle pareti in direzione verticale e collegamenti tra di esse;
- architravature delle aperture, con i relativi particolari di appoggio;
- elementi spingenti (archi, volte, coperture) e presenza di presidi atti ad assorbirne le spinte;
- orditure dei solai, particolari di appoggio delle travi, loro collegamenti con le pareti;
- elementi a elevata vulnerabilità (pareti divisorie sottili o non ammorsate, controsoffitti, impianti, comignoli, ecc.).

COSTRUZIONI DI MURATURA

Nel rilievo si possono individuare tre livelli di indagine:

Indagini limitate: generalmente basate su indagini di tipo visivo che, al rilievo geometrico delle superfici esterne degli elementi costruttivi, uniscono saggi che consentano di esaminare, almeno localmente, le caratteristiche della muratura sotto intonaco e nello spessore, caratterizzando così la sezione muraria, il grado di ammorsamento tra pareti ortogonali e le zone di appoggio dei solai, i dispositivi di collegamento e di eliminazione delle spinte.

Indagini estese: i rilievi e le indagini in-situ indicati al punto precedente, sono accompagnati da saggi più estesi e diffusi così da ottenere tipizzazioni delle caratteristiche dei materiali e costruttive e una aderenza delle indicazioni fedele alla reale varietà della costruzione.

Indagini esaustive: oltre a quanto indicato al punto precedente, le indagini sono estese in modo sistematico con il ricorso a saggi che consentano al tecnico di formarsi un'opinione chiara sulla morfologia e qualità delle murature, sul rispetto della regola dell'arte nella disposizione dei materiali, sia in superficie che nello spessore murario, sull'efficacia dell'ammorsamento tra le pareti e dei dispositivi di collegamento e di eliminazione delle spinte, oltre che sulle caratteristiche degli appoggi degli elementi orizzontali.

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

Il rilievo è finalizzato alla definizione sia della geometria esterna, sia dei dettagli di tutti gli elementi costruttivi effettivamente raggiungibili, con funzione strutturale o meno. Per gli elementi aventi funzione strutturale la geometria esterna deve essere sempre descritta in maniera la più completa possibile, allo scopo di ottenere un modello di calcolo affidabile, mentre i dettagli, spesso occultati alla vista (ad esempio la disposizione delle armature), possono essere rilevati a campione, estendendo poi le valutazioni agli altri elementi operando per analogia, anche in forza delle norme vigenti e dei prodotti in commercio all'epoca della costruzione.

Il rilievo di manufatti che non hanno funzione strutturale (pareti divisorie, controsoffitti, impianti) deve essere effettuato con l'obiettivo principale di identificare eventuali rischi per la sicurezza degli abitanti, connessi a problemi di stabilità dei manufatti stessi o delle strutture. Particolarmente pericolose si sono rivelate, in occasione di eventi sismici, le pareti di tamponamento formate da più paramenti accostati e privi di adeguati collegamenti tra loro o/e separati da intercapedini isolanti, ancor più quando non sono contenute in riquadri strutturali.

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

Il rilievo geometrico degli elementi deve permettere:

- l'identificazione dell'organizzazione strutturale;
- l'individuazione della posizione e delle dimensioni di travi, pilastri, scale e setti;
- l'identificazione dei solai e della loro tipologia, orditura, sezione verticale;
- l'individuazione di tipologia e dimensioni degli elementi non strutturali quali tamponamenti, tramezzature, etc.

In particolare, per le costruzioni in acciaio, i dati raccolti devono includere anche:

- la forma originale dei profili e le loro dimensioni geometriche;
- la tipologia e morfologia delle unioni.

Nel caso in cui la geometria della struttura sia nota dai disegni originali, deve essere comunque eseguito il rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni di progetto.

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

Nel definire il comportamento della costruzione in presenza di sisma sono di particolare importanza i dettagli costruttivi; le informazioni su di essi possono essere desunte dai disegni originali, da un progetto simulato o da indagini in situ.

Il progetto simulato, eseguito sulla base delle norme tecniche in vigore all'epoca della costruzione e della corrispondente pratica costruttiva, è utile per fornire informazioni su quantità e disposizione dell'armatura negli elementi con funzione strutturale e sulle caratteristiche dei collegamenti.

Sia che si disponga dei disegni originali, sia che si sia prodotto un progetto simulato, per verificarne la rispondenza alla realtà del costruito in termini di particolari costruttivi occorre effettuare rilievi in situ.

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

Nei rilievi si possono individuare tre livelli di indagine, in relazione al loro grado di approfondimento:

Indagini limitate: consentono di valutare, mediante saggi a campione, la corrispondenza tra le caratteristiche dei collegamenti riportate negli elaborati progettuali originali o ottenute attraverso il progetto simulato, e quelle effettivamente presenti.

Indagini estese: si effettuano quando non sono disponibili gli elaborati progettuali originali, o come alternativa al progetto simulato seguito da indagini limitate, oppure quando gli elaborati progettuali originali risultano incompleti.

Indagini esaustive: si effettuano quando si desidera un livello di conoscenza accurata e non sono disponibili gli elaborati progettuali originali.

Le indagini in-situ basate su saggi sono effettuate su una congrua percentuale degli elementi strutturali, privilegiando, tra le tipologie di elementi strutturali (travi, pilastri, pareti...), quelle che rivestono un ruolo di primaria importanza nella struttura.

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

Il quantitativo di indagini in-situ basate su saggi dipende dal livello di conoscenza desiderato in relazione al grado di sicurezza attuale e deve essere accuratamente valutato, anche in vista delle notevoli conseguenze che comporta sulla progettazione degli interventi.

Al fine di determinare, in maniera opportuna, il numero e la localizzazione delle indagini in-situ da effettuare, è utile eseguire, a seguito del rilievo geometrico:

- una campagna preliminare di indagini in-situ volta alla conoscenza dei dettagli costruttivi ritenuti più significativi;
- un'analisi preliminare della sicurezza statica e della vulnerabilità sismica dell'edificio, eseguita estendendo il risultato dei rilievi dei particolari costruttivi (sfruttando anche eventuali simmetrie o situazioni ripetitive della struttura) agli elementi simili per dimensioni e/o impegno statico, eventualmente utilizzando i risultati preliminari delle prove sui materiali.

Dall'esito fornito dall'analisi preliminare può scaturire la necessità di approfondimenti in termini di numero, tipologia e localizzazione delle indagini in-situ basate su saggi; il progetto delle indagini ne fornisce la misura, consentendo così di graduare il livello di approfondimento.

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

A titolo esemplificativo e quando realmente possibile, il rilievo dei dettagli costruttivi è finalizzato a conseguire le seguenti informazioni:

Costruzioni di calcestruzzo armato

- quantità di armatura longitudinale in travi, pilastri, pareti e sua disposizione;
- quantità di barre di armatura piegate che contribuiscono alla resistenza a taglio, presenti nelle travi;
- quantità e dettagli di armatura trasversale nelle zone critiche e nei nodi trave-pilastro;
- quantità di armatura longitudinale che contribuisce al momento negativo di travi a T, presente nei solai;
- lunghezze di appoggio e condizioni di vincolo degli elementi orizzontali;
- spessore dei copriferri;
- lunghezza delle zone di sovrapposizione delle barre e dei loro ancoraggi;

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

A titolo esemplificativo e quando realmente possibile, il rilievo dei dettagli costruttivi è finalizzato a conseguire le seguenti informazioni:

Costruzioni di acciaio:

- tipologia e localizzazione dei giunti tra le membrature;
- particolari di appoggio dei solai;
- modalità di collegamento alle fondazioni.

COSTRUZIONI DI LEGNO

Per costruzioni di legno si intendono sia opere realizzate interamente con struttura lignea, sia elementi costruttivi all'interno di costruzioni caratterizzate da altre tipologie strutturali.

Il rilievo geometrico riguarda le membrature, la disposizione degli elementi nella struttura e i collegamenti (di carpenteria o meccanici); deve essere accuratamente rilevata la morfologia delle membrature, con le variazioni di forma della sezione e i difetti del materiale, in quanto elementi fondamentali per la quantificazione della capacità portante.

Per la comprensione dei fenomeni di dissesto, particolare attenzione deve essere rivolta al rilievo delle deformazioni delle singole membrature e della struttura, distinguendo, ove possibile, lo stato deformativo derivante dalle azioni applicate da quello proprio del materiale, causato ad esempio da difettosità anatomiche, di taglio o di lavorazione. A tale scopo devono essere identificate le zone deteriorate, con particolare riferimento alle unioni tra elementi lignei o ai collegamenti di interfaccia tra membrature lignee e altri materiali (ad esempio muratura) o altre parti della costruzione (ad esempio fondazioni).

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Per conseguire un'adeguata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si baserà sulla documentazione già disponibile, su verifiche visive in situ e su indagini sperimentali. Le indagini dovranno essere motivate, per tipo e quantità, dal loro effettivo uso nelle verifiche; nel caso di costruzioni sottoposte a tutela, ai sensi del D.Lgs. 42/2004, di beni di interesse storico-artistico o storico-documentale o inseriti in aggregati storici e nel recupero di centri storici o di insediamenti storici, dovrà esserne considerato l'impatto in termini di conservazione.

I valori di progetto delle resistenze meccaniche dei materiali verranno valutati sulla base delle indagini e delle prove effettuate sulla struttura, tenendo motivatamente conto dell'entità delle dispersioni, prescindendo dalle classi discretizzate previste nelle norme per le nuove costruzioni.

Per le prove di cui alla Circolare 08 settembre 2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o interazioni, 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.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

La norma prevede che per le prove di cui alla Circolare 08 settembre 2010, n. 7617/STC o eventuali successive modifiche o integrazioni, 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. Ciò fa riferimento, esclusivamente, al prelievo dei campioni per le prove distruttive i cui esiti sono soggetti a certificazione ai sensi dello stesso articolo 59 del DPR 380/01.

Le NTC hanno voluto ricondurre ad un modello unitario - in termini di qualità e responsabilità - l'intero loro processo costruttivo e, conseguentemente anche l'attività di prelievo, quale ad esempio il carotaggio, giacché le prove comprendono ogni fase: dal prelievo del materiale, alla verifica fisica, chimica e meccanica della carota stessa. Il carotaggio costituisce una prima analisi, almeno qualitativa, di resistenza fisica del campione che si sta prelevando; l'operazione di carotaggio stessa è, inoltre, in grado di influenzare in maniera determinante, essa stessa, la resistenza fisica del campione che si sta prelevando.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI MURATURA

La muratura, in una costruzione esistente è il risultato dell'assemblaggio di materiali diversi, in cui la tecnica costruttiva, le modalità di posa in opera, le caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti e il loro stato di conservazione, determinano il comportamento meccanico dell'insieme.

La misura diretta delle caratteristiche meccaniche della muratura avviene mediante l'esecuzione di prove in-situ su porzioni di muratura, o di prove in laboratorio su elementi indisturbati prelevati in-situ, ove questo sia possibile; le prove possono essere di compressione e di taglio, scelte in relazione alla tipologia muraria e al criterio di resistenza adottato per l'analisi; le modalità di prova e la relativa interpretazione dei risultati devono seguire procedure di riconosciuta validità.

Ulteriori informazioni si possono desumere da metodi di prova non distruttivi, utili anche ad estendere all'intero edificio i risultati ottenuti a livello locale con prove distruttive o mediamente distruttive.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI MURATURA

In relazione al numero delle indagini e alle modalità con cui condurle, la grande varietà tipologica e la frequente presenza di stratificazioni temporalmente successive, come avviene, in particolare, negli edifici storici, rende priva di significato la prescrizione di una precisa quantità e tipologia di indagini, anche in vista del fatto che, talvolta, l'individuazione delle situazioni di vulnerabilità risulta più significativa della stessa caratterizzazione dei materiali. L'esecuzione delle indagini deve seguire protocolli operativi e interpretativi di comprovata validità.

La tabella C8.5.I riporta, per il comportamento delle tipologie murarie più ricorrenti, indicazioni, non vincolanti, sui possibili valori dei parametri meccanici, identificati attraverso il rilievo degli aspetti costruttivi (§C8.5.2.1) e relativi, con l'eccezione dell'ultima riga, a precise condizioni: malta di calce di modeste caratteristiche (resistenza media a compressione f_m stimabile tra 0,7 a 1,5 N/mm²), assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata. Ai soli fini della verifica sismica, nel caso in cui la malta abbia caratteristiche particolarmente scadenti (resistenza media a compressione f_m stimabile inferiore a 0,7 N/mm²) ai valori della tabella si applica un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici. I parametri indicati in tabella sono principalmente finalizzati alle verifiche nei riguardi delle azioni sismiche.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

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/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	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.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI MURATURA

Le caratteristiche meccaniche della muratura, in uno stato di fatto migliore di quello indicato nella Tabella C8.5.I, possono ottenersi applicando (indicativamente e salvo più dettagliate valutazioni) i coefficienti migliorativi di Tabella C8.5.II.

I coefficienti migliorativi sono funzione dei seguenti fattori:

- **malta di buone caratteristiche:** il coefficiente indicato in Tabella C8.5.II, diversificato per le varie tipologie, si può applicare sia ai parametri di resistenza (f , τ_0 e f_{v0}), sia ai moduli elastici (E e G);
- **presenza di ricorsi (o listature):** il coefficiente di tabella si può applicare ai soli parametri di resistenza (f e τ_0); tale coefficiente ha significato solo per alcune tipologie murarie, in cui si riscontra tale tecnica costruttiva;
- **presenza sistematica di elementi di collegamento trasversale tra i paramenti:** il coefficiente indicato in tabella si può applicare ai soli parametri di resistenza (f , τ_0 e f_{v0}).

I coefficienti possono essere applicati in combinazione tra loro, in forma moltiplicativa, considerando la concomitanza al più dei due effetti con i coefficienti moltiplicativi più alti.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

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	Ricorsi o 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 squadrate	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 $\leq 40\%$)	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.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI MURATURA

Nella caratterizzazione meccanica dei materiali si possono distinguere, in relazione al loro grado di approfondimento, tre livelli di prova.

Prove limitate: Si tratta di indagini non dettagliate e non estese, **basate principalmente su esami visivi delle superfici**, che prevedono limitati controlli degli elementi costituenti la muratura. Sono previste **rimozioni locali dell'intonaco** per identificare i materiali di cui è costituito l'edificio; in particolare, avvalendosi anche dell'analisi storico-critica, è possibile suddividere le pareti murarie in aree considerabili come omogenee. Scopo delle indagini è consentire l'identificazione delle tipologie di muratura alla quale fare riferimento ai fini della determinazione delle proprietà meccaniche; questo prevede il rilievo della tessitura muraria dei paramenti ed una stima della sezione muraria.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI MURATURA

Prove estese: si tratta di indagini visive, diffuse e sistematiche, accompagnate da approfondimenti locali. Si prevedono saggi estesi, sia in superficie sia nello spessore murario (anche con endoscopie), mirati alla conoscenza dei materiali e della morfologia interna della muratura, all'individuazione delle zone omogenee per materiali e tessitura muraria, dei dispositivi di collegamento trasversale, oltre che dei fenomeni di degrado. È inoltre prevista l'esecuzione di analisi delle malte e, se significative, degli elementi costituenti, accompagnate da tecniche diagnostiche non distruttive (penetrometriche, sclerometriche, soniche, termografiche, radar, ecc.) ed eventualmente integrate da tecniche moderatamente distruttive (ad esempio martinetti piatti), finalizzate a classificare in modo più accurato la tipologia muraria e la sua qualità.

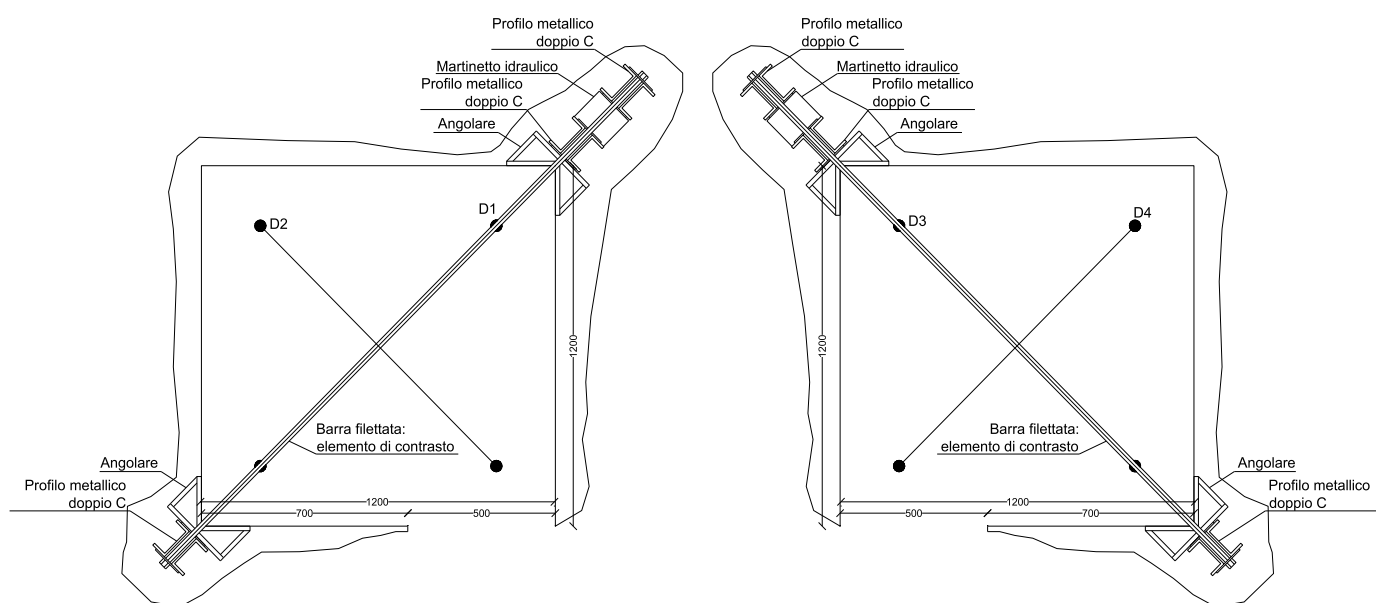
8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI MURATURA

Prove esaustive: In aggiunta alle richieste della categoria precedente, si prevedono prove dirette sui materiali per determinarne i parametri meccanici. Il progettista ne stabilisce tipologia e quantità in base alle esigenze di conoscenza della struttura. Le prove devono essere eseguite o in situ o in laboratorio su elementi indisturbati prelevati in situ; esse possono comprendere, se significative: prove di compressione (ad esempio: su pannelli o tramite martinetti piatti doppi); prove di taglio (ad esempio: compressione e taglio, compressione diagonale, taglio diretto sul giunto), selezionate in relazione alla tipologia muraria e al criterio di resistenza adottato per l'analisi. Le prove devono essere eseguite su tutte le tipologie murarie o comunque su quelle relative agli elementi che, dall'analisi di sensibilità basata sui dati preliminari (§ C 8.5), sono risultati significativi per la valutazione della sicurezza. I valori per le verifiche saranno ottenuti, a partire dai valori medi presenti nella Tabella C8.5.1, utilizzando misure sperimentali dirette sull'edificio, tenendo conto dell'attendibilità del metodo di prova. In sostituzione, possono essere considerati i risultati di prove eseguite su altre costruzioni della stessa zona, in presenza di chiara e comprovata corrispondenza tipologica per materiali e morfologia.

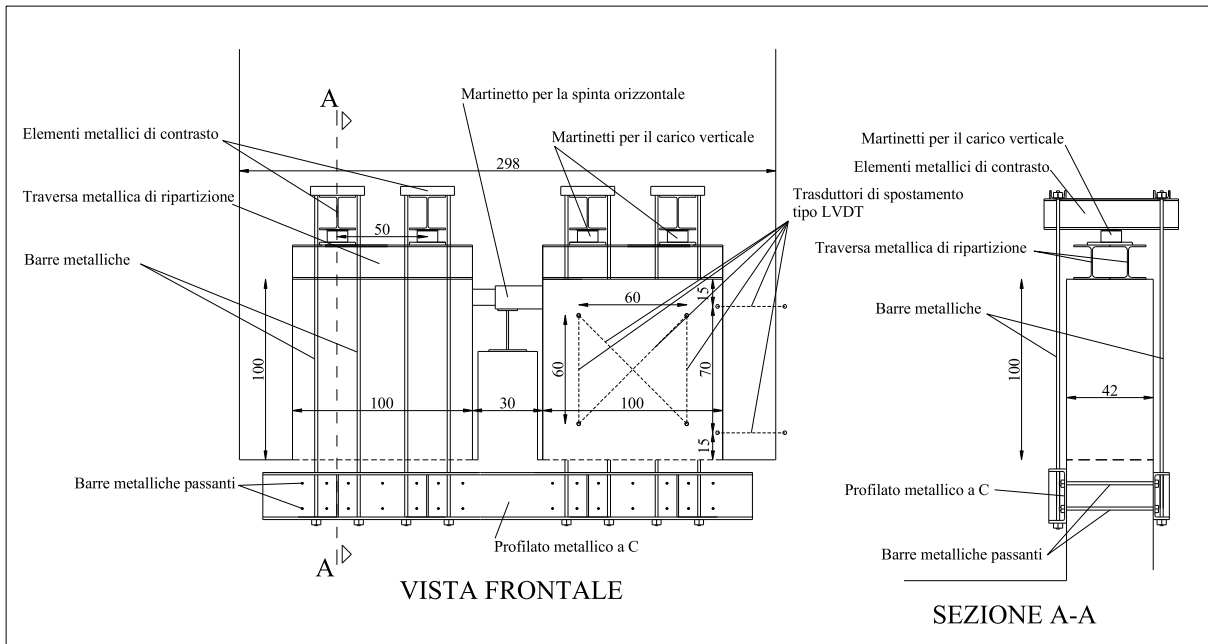
8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

PROVE A TAGLIO



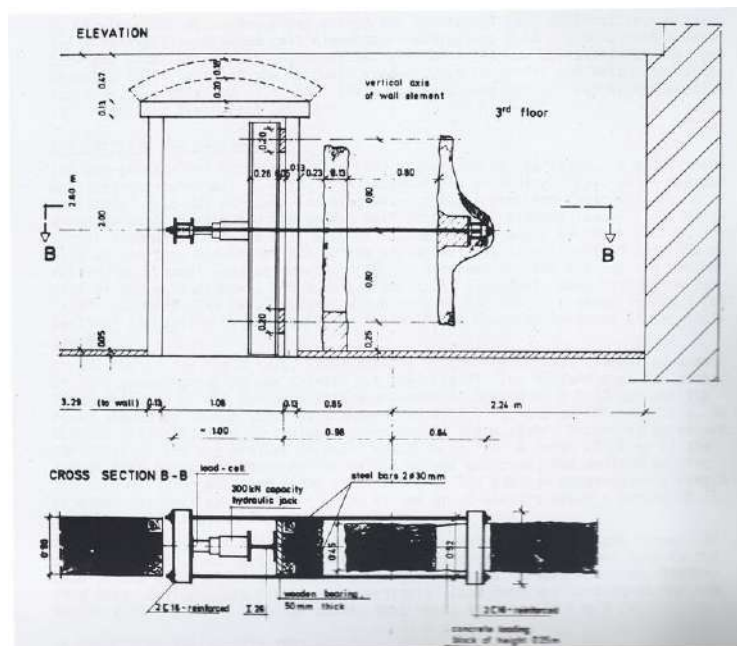
8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

PROVE DI COMPRESSIONE



8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

PROVE DI COMPRESSIONE E TAGLIO



8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

I valori delle caratteristiche meccaniche dei materiali prescindono dalle classi discretizzate previste nelle NTC. Per definire le caratteristiche meccaniche dei materiali è possibile riferirsi anche alle norme dell'epoca della costruzione.

Calcestruzzo: si fa riferimento alle Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Acciaio: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene, in generale, mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della tensione di snervamento, della resistenza a rottura e dell'allungamento, salvo nel caso in cui siano disponibili certificati di prova conformi a quanto richiesto per le nuove costruzioni.

Unioni di elementi d'acciaio: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene, ove possibile, mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione delle caratteristiche meccaniche rilevanti, quali la tensione di snervamento, della resistenza a rottura e dell'allungamento.

Sono ammessi metodi di indagine non distruttiva di documentata affidabilità, ad integrazione di quelli sopra descritti, purché i risultati siano tarati su quelli ottenuti con prove distruttive.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

Le prove sui materiali possono essere eseguite su un numero di elementi diverso, a seconda del livello di conoscenza che si vuole raggiungere. Si possono distinguere, tre livelli di prova.

Prove limitate: prevedono un numero limitato di prove in-situ o su campioni, impiegate per completare le informazioni sulle proprietà dei materiali, siano esse ottenute dalle normative in vigore all'epoca della costruzione, o dalle caratteristiche nominali riportate sui disegni costruttivi o nei certificati originali di prova.

Prove estese: prevedono prove in-situ o su campioni più numerose di quelle del caso precedente e finalizzate a fornire informazioni in assenza sia dei disegni costruttivi, sia dei certificati originali di prova o quando i valori ottenuti con le prove limitate risultino inferiori a quelli riportati nei disegni o sui certificati originali.

Prove esaustive: prevedono prove in-situ o su campioni più numerose di quelle del caso precedente e finalizzate a ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, sia dei certificati originali di prova, o quando i valori ottenuti dalle prove, limitate o estese, risultino inferiori a quelli riportati sui disegni o nei certificati originali, oppure nei casi in cui si desideri una conoscenza particolarmente accurata.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

Al fine di determinare in maniera opportuna il numero e la localizzazione delle prove sui materiali, è utile:

- eseguire un numero limitato di indagini preliminari sugli elementi individuati come rappresentativi a seguito dell'analisi storico-critica, della documentazione disponibile e del rilievo geometrico, al fine di definire un modello preliminare della struttura;
- eseguire un'analisi per la verifica preliminare della sicurezza statica e della vulnerabilità sismica, utilizzando i dettagli costruttivi valutati nel corso della campagna di indagini preliminari.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

In base all'esito dell'analisi preliminare è valutata la necessità di approfondimenti della campagna di indagini in termini di numero e localizzazione, in relazione all'impegno statico delle diverse membrature, del loro ruolo riguardo alla sicurezza della struttura e del grado di omogeneità dei risultati delle prove preliminari, anche in relazione a quanto previsto dai documenti originali; il progetto delle prove ne fornisce la misura, consentendo così di graduare quantitativamente il livello di approfondimento.

Per l'identificazione delle caratteristiche dei materiali, i dati raccolti devono includere le seguenti caratteristiche:

- resistenza e, ove significativo, il modulo elastico E del calcestruzzo;
- tensione di snervamento, resistenza a rottura e allungamento dell'acciaio.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI LEGNO

L'esame degli elementi costruttivi prevede indagini volte alla conoscenza del materiale, in particolare nei riguardi della specie, dello stato di conservazione e delle caratteristiche meccaniche.

Riguardo alla caratterizzazione del materiale, per l'identificazione della specie legnosa si può fare riferimento alla norma UNI 11118 e, per la valutazione dello stato di conservazione e del profilo resistente degli elementi in opera, alla norma UNI 11119. Date le incertezze delle conoscenze, qualora si ricorra a metodi indiretti di prova, è opportuno confrontare le misure ottenute con metodi diversi, tenendo presente che la variabilità dei singoli parametri è in genere ampia.

Occorre identificare l'eventuale degrado materico di tipo biotico, anche in relazione alle condizioni ambientali di conservazione. Particolare attenzione deve quindi essere rivolta all'analisi del microclima nell'intorno di un elemento ligneo o di una sua parte che si è instaurato in particolari condizioni di posa in opera (ad esempio testate di travi e capriate inserite nella muratura o elementi nascosti da controsoffitti, elementi lignei che appoggiano in fondazione).

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI LEGNO

Si possono distinguere, in relazione al loro grado di approfondimento, tre livelli di prova.

Prove limitate: si tratta di indagini basate principalmente su esami visivi delle superfici, che comprendano almeno tre facce e una testata di ogni elemento dell'orditura primaria e secondaria e che prevedano limitati controlli degli elementi costruttivi e delle connessioni; sono previste rimozioni locali dello strato di protezione per procedere a una valutazione dello stato di conservazione, ad esempio in accordo alla norma UNI 11119.

Prove estese: si tratta di indagini visive diffuse sulle superfici degli elementi, accompagnate da alcuni controlli strumentali a supporto, nonché sulle condizioni dei collegamenti. Sono previste rimozioni locali dello strato di protezione per procedere a una valutazione dello stato di conservazione, ad esempio in accordo alla norma UNI 11119. Come controlli strumentali, sono almeno da prevedere alcuni controlli dell'umidità del materiale in zone specificatamente individuate come particolarmente sensibili.

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

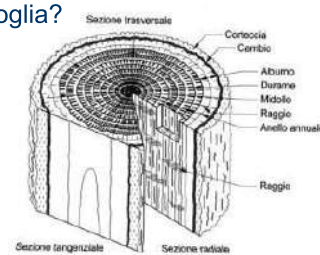
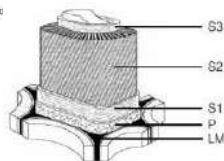
COSTRUZIONI DI LEGNO

Prove esaustive: si tratta di indagini visive diffuse e sistematiche, accompagnate da approfondimenti strumentali, eventualmente di tipo resistografico. Si prevedono analisi per l'identificazione della specie, la misura dell'umidità nel materiale e nelle zone di interfaccia con materiali diversi e l'analisi dei collegamenti, con valutazione dei fenomeni di degrado degli elementi di connessione. Tali analisi possono anche richiedere attività di laboratorio. È opportuno l'impiego di tecniche non distruttive o parzialmente invasive per valutare le caratteristiche meccaniche del materiale o individuare zone degradate al di sotto della superficie.

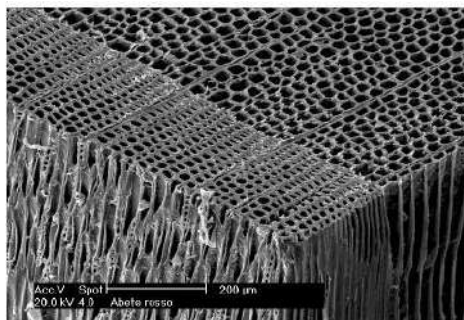
8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI LEGNO

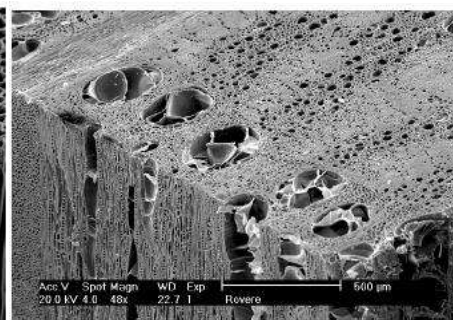
INDIVIDUAZIONE DELLA SPECIE → Generalmente a vista
→ Conifera o Latifoglia?



[Ref 6.]



CONIFERA



LATIFOGLIA

[Ref 6 e 7.]

Tratto da dispense
Prof. Alessandra Marini

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

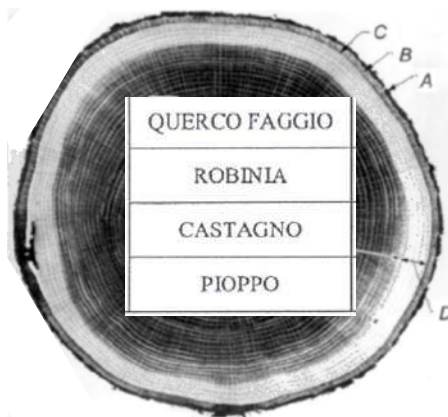
CONIFERE E LATIFOGIE

Legno di conifera (pino)



COSTRUZIONI DI LEGNO

Legno di latifoglia (quercia)



Proprietà del materiale in funzione degli anelli di accrescimento:
Conifera: anello ampio → + legno primaverile → materiale cedevole
Latifoglia: anello ampio → + legno tardivo → materiale + resistente

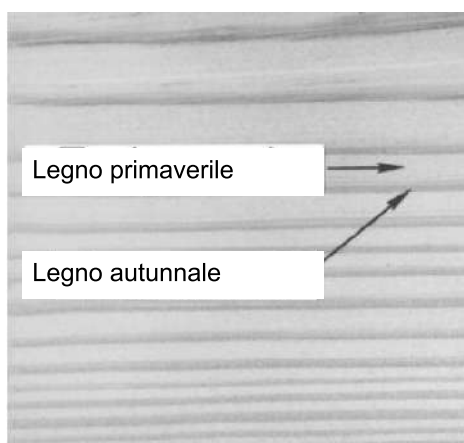
[Ref.7]

Tratto da dispense
Prof. Alessandra Marini

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

CONIFERE E LATIFOGIE

COSTRUZIONI DI LEGNO



Conifera: pino marittimo

Latifoglia: rovere

[Ref.7]

individuazione specie: colore, sezione e fianchi del segato con valutazione della conformazione degli anelli di accrescimento.

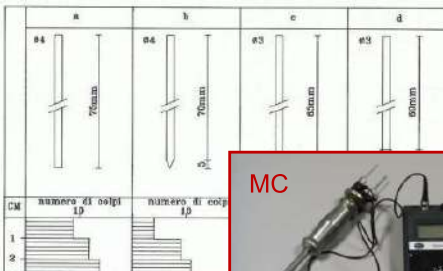
Tratto da dispense
Prof. Alessandra Marini

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

COSTRUZIONI DI LEGNO

PROVE PENETROMETRICHE /
PROVE DI INFSSIONE

- valutare la resistenza del legno (curve di correlazione $E, f_c - N$ colpi)
- l'estensione e la profondità dell'eventuale degrado.



Attenzione agli appoggi eseguire anche vicino a zone dove la **muratura** presenta **umidità**

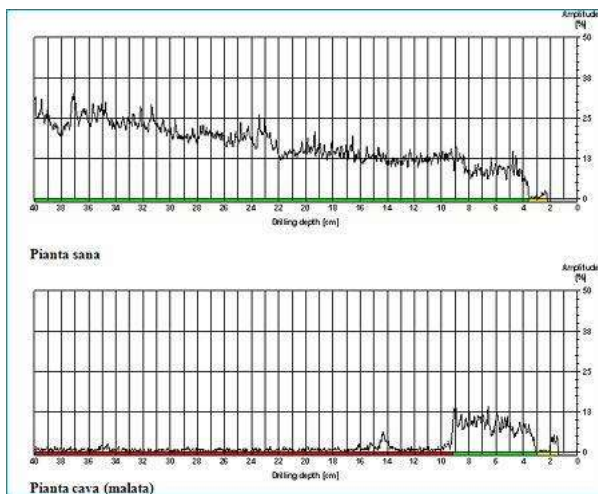
Tratto da dispense
Prof. Alessandra Marini

8.5.3 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

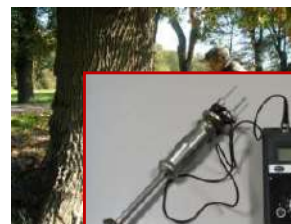
COSTRUZIONI DI LEGNO

PROVE RESISTOGRAFICHE / PROVE DI PERFORAZIONE

- Individuazione le variazioni di densità del legno lungo un percorso preso in esame;
- valutazione delle dimensioni della sezione.



Resistograph



Tratto da dispense
Prof. Alessandra Marini

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, 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.**

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

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

LC1: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica in modo sommario, il rilievo geometrico completo e indagini limitate sui dettagli costruttivi, prove limitate sulle caratteristiche meccaniche dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1,35$ (nel caso di costruzioni di acciaio, se il livello di conoscenza non è LC2 solo a causa di una non estesa conoscenza sulle proprietà dei materiali, il fattore di confidenza può essere ridotto, giustificandolo con opportune considerazioni anche sulla base dell'epoca di costruzione);

LC2: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico-critica in modo esteso, il rilievo geometrico completo e indagini estese sui dettagli costruttivi, prove estese sulle caratteristiche meccaniche dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1,2$ (nel caso di costruzioni di acciaio, se il livello di conoscenza non è LC3 solo a causa di una non esaustiva conoscenza sulle proprietà dei materiali, il fattore di confidenza può essere ridotto, giustificandolo con opportune considerazioni anche sulla base dell'epoca di costruzione);

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

LC3: si intende raggiunto quando siano stati effettuati l'analisi storico-critica completa, il rilievo geometrico, completo ed accurato in ogni sua parte, e indagini esaustive sui dettagli costruttivi, prove esaustive sulle caratteristiche meccaniche dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1$ (da applicarsi limitatamente ai valori di quei parametri per i quali sono state eseguite le prove e le indagini su citate, mentre per gli altri parametri meccanici il valore di FC è definito coerentemente con le corrispondenti prove limitate o estese eseguite).

Per raggiungere il livello di conoscenza LC3, la disponibilità di un rilievo geometrico completo e accurato e l'acquisizione di una conoscenza esaustiva dei dettagli costruttivi sono da considerarsi equivalenti alla disponibilità di documenti progettuali originali, comunque da verificare opportunamente nella loro completezza e rispondenza alla situazione reale.

Ci si può riferire alla documentazione in atti, qualora per essa siano stati adempiuti gli obblighi della L. 1086/71 o 64/74 e s.m.i., ma solo dopo adeguata giustificazione eventualmente integrata da indagini in opera. Per la caratterizzazione meccanica dei materiali si possono adottare, motivatamente, i valori caratteristici assunti nel progetto originario o quelli ridotti risultanti dalla documentazione disponibile sui materiali in opera. In questo caso i fattori di confidenza si assumono unitari.

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

COSTRUZIONI DI MURATURA

Nel caso in cui la muratura in esame possa essere ricondotta alle tipologie murarie presenti nelle Tabelle C8.5.I e C8.5.II, i valori medi dei parametri meccanici da utilizzare per le verifiche possono essere definiti, con riferimento alla tipologia muraria in considerazione e per i diversi livelli di conoscenza, come segue:

LC1: Resistenze: i valori minimi degli intervalli riportati in Tabella C8.5.I.

Moduli elastici: i valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta

LC2: Resistenze: i valori medi degli intervalli riportati in Tabella C8.5.I

Moduli elastici: i valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta.

LC3: I valori delle resistenze e dei moduli elastici riportati in Tabella C.8.5.I individuano una distribuzione a-priori che può essere aggiornata sulla base dei risultati delle misure eseguite in sito, su considerazioni di carattere statistico, considerando il fattore κ , che rappresenta il peso relativo della distribuzione a-priori, associata ai parametri della tabella C.8.5.I, rispetto alle prove sperimentali.

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

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
	$\tau_0 - f_{v0}$	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 $f = 1,25 f_k$.

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

Negli edifici di calcestruzzo armato o di acciaio i fattori determinanti i livelli di conoscenza sono:

- la geometria, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali,
- i dettagli strutturali, ossia la quantità e disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe, l'efficacia della loro chiusura, l'efficacia degli ancoraggi delle barre longitudinali per il c.a., i collegamenti per l'acciaio, i collegamenti tra elementi strutturali diversi, la tipologia e le caratteristiche degli elementi non strutturali,
- i materiali, le loro caratteristiche e il loro stato di conservazione.

Il livello di conoscenza acquisito in base ai rilievi, alle indagini sui dettagli strutturali e alle prove sui materiali, determina i valori dei fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali, anche in maniera differenziata per elementi strutturali o gruppi di elementi, e suggerisce il metodo di analisi più appropriato. In assenza di valutazioni specifiche, ci si può riferire alla Tabella C8.5.IV.

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

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 <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

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

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

Le resistenze dei materiali cui riferirsi nelle formule di capacità degli elementi sono ricavate dalle resistenze medie, ottenute dalle informazioni disponibili e dalle prove in situ aggiuntive, **dividendole per gli FC indicati nella Tabella C8.5.IV.**

Gli FC possono essere valutati anche in modo differenziato per i diversi materiali, sulla base di considerazioni statistiche condotte su un insieme di dati significativo per gli elementi in esame e di metodi di comprovata validità.

A titolo esclusivamente orientativo, nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI si lega il livello (limitato, esteso, esaustivo) delle indagini alla quantità di rilievi dei dettagli costruttivi e di prove per la valutazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali. Rimane inteso che **il piano delle indagini deve essere opportunamente calibrato in funzione dell'analisi preliminare** (v. § C8.5.3.2 e C8.5.3.3) e quindi, in relazione al livello di conoscenza da raggiungere, orientato agli approfondimenti necessari **nelle zone della costruzione ove risulti opportuno**, sia in relazione all'impegno statico delle diverse membrature e al loro ruolo riguardo alla sicurezza della struttura, sia in relazione al grado di omogeneità dei risultati delle prove preliminari e al loro accordo con quanto previsto dai documenti originari.

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

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)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² 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...)	
<i>limitato</i>	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
<i>esteso</i>	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
<i>esaustivo</i>	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

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

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:

- 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.
- 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.

8.5.4 LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO

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:

- 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.

8.5.5 AZIONI

I valori delle azioni e le loro combinazioni da considerare nel calcolo, sia per la valutazione della sicurezza sia per il progetto degli interventi, sono quelle definite dalla presente norma per le nuove costruzioni, salvo quanto precisato nel presente capitolo.

Per i carichi permanenti, un accurato rilievo geometrico-strutturale e dei materiali potrà consentire di adottare coefficienti parziali modificati, assegnando a γ_G valori esplicitamente motivati. I valori di progetto delle altre azioni saranno quelli previsti dalla presente norma.

Gli interventi sulle strutture esistenti devono essere effettuati con i materiali previsti dalle presenti norme; possono altresì essere utilizzati materiali non tradizionali, purché nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità di cui al Capitolo 12.

Nel caso di edifici in muratura è possibile effettuare riparazioni locali o integrazioni con materiale analogo a quello impiegato originariamente nella costruzione, purché durevole e di idonee caratteristiche meccaniche.

8.7 INTERVENTI IN PRESENZA DI AZIONI SISMICHE

Nella progettazione di interventi sulle costruzioni esistenti, specie se soggette ad azioni sismiche, particolare attenzione sarà posta agli aspetti che riguardano la duttilità.

Si dovranno quindi assumere le informazioni necessarie a valutare se i dettagli costruttivi, i materiali utilizzati e i meccanismi resistenti siano in grado di sostenere cicli di sollecitazione o deformazione anche in campo anelastico.

8.7.1 COSTRUZIONI IN MURATURA

Nelle **costruzioni** esistenti **in muratura**, in particolare negli edifici, **si possono manifestare meccanismi, sia locali, sia globali**.

I meccanismi locali interessano singoli pannelli murari o più ampie porzioni della costruzione e impegnano i pannelli murari prevalentemente fuori del loro piano medio; essi sono favoriti dall'assenza o scarsa efficacia dei collegamenti, sia tra pareti e orizzontamenti, sia negli incroci tra pareti.

I meccanismi globali sono quelli che **interessano l'intera costruzione e impegnano i pannelli murari prevalentemente nel loro piano medio**.

La sicurezza della costruzione deve essere valutata nei confronti di entrambi i tipi di meccanismo.

8.7.1 COSTRUZIONI IN MURATURA

Per l'analisi sismica dei meccanismi locali si può far ricorso ai metodi dell'analisi limite, tenendo conto, anche se in forma approssimata, della resistenza a compressione della muratura, della tessitura muraria, della qualità della connessione tra pareti murarie e tra pareti e orizzontamenti, della presenza di catene e tiranti.

Con tali metodi è possibile valutare la capacità sismica in termini sia di resistenza (applicando un opportuno fattore di comportamento), sia di spostamento (determinando l'andamento dell'azione orizzontale che la struttura è progressivamente in grado di sopportare all'evolversi del meccanismo).

L'analisi sismica globale deve considerare, per quanto possibile, **il sistema strutturale reale**, con particolare attenzione alla rigidità e resistenza degli orizzontamenti, e all'efficacia dei collegamenti degli elementi strutturali con gli orizzontamenti e tra loro.

Nel caso di muratura irregolare, la resistenza a taglio di progetto di un pannello in muratura, per azioni nel suo piano medio, potrà essere calcolata facendo ricorso a formulazioni, alternative rispetto a quelle adottate per opere nuove, purché di comprovata validità.

8.7.1 COSTRUZIONI IN MURATURA

In presenza di **edifici in aggregato**, contigui, a contatto od interconnessi con edifici adiacenti, i **metodi di verifica di uso generale per gli edifici di nuova costruzione possono risultare inadeguati**. Nell'analisi di un edificio facente parte di un aggregato edilizio, infatti, occorre tenere conto delle possibili interazioni derivanti dalla contiguità strutturale con gli edifici adiacenti. A tal fine dovrà essere individuata l'unità strutturale (US) oggetto di studio, evidenziando le azioni che su di essa possono derivare dalle unità strutturali contigue.

L'US dovrà avere continuità da cielo a terra, per quanto riguarda il flusso dei carichi verticali e, di norma, sarà delimitata o da spazi aperti, o da giunti strutturali, o da edifici contigui strutturalmente ma, almeno tipologicamente, diversi. Oltre a quanto normalmente previsto per gli edifici non disposti in aggregato, per gli edifici in aggregato dovranno essere valutati gli **effetti di: spinte non contrastate sulle pareti in comune con le US adiacenti, causate da orizzontamenti sfalsati di quota, meccanismi locali derivanti da prospetti non allineati, sia verticalmente sia orizzontalmente, US adiacenti di differente altezza.**

8.7.1 COSTRUZIONI IN MURATURA

L'analisi globale di una singola unità strutturale assume spesso un significato convenzionale e perciò può utilizzare metodologie semplificate. **La verifica di una US dotata di orizzontamenti sufficientemente rigidi nel proprio piano può essere svolta, anche per edifici con più di due orizzontamenti, mediante l'analisi statica non lineare, con verifica in termini sia di forze sia di spostamenti, analizzando e verificando separatamente ciascun interpiano dell'edificio, e trascurando la variazione della forza assiale nei maschi murari dovuta all'effetto dell'azione sismica. Con l'esclusione di US d'angolo o di testata, così come di parti di edificio non vincolate o non aderenti su alcun lato ad altre unità strutturali, l'analisi potrà anche essere svolta trascurando gli effetti torsionali, nell'ipotesi che gli orizzontamenti possano unicamente traslare nella direzione dell'azione sismica considerata. Nel caso invece di US d'angolo o di testata è comunque ammesso il ricorso ad analisi semplificate, purchè si tenga conto di possibili effetti torsionali e dell'azione aggiuntiva trasferita dalle US adiacenti applicando opportuni coefficienti maggiorativi delle azioni orizzontali.**

Qualora gli orizzontamenti dell'edificio non siano sufficientemente rigidi nel proprio piano si potrà procedere all'analisi delle singole pareti o dei sistemi di pareti complanari, essendo ciascuna parete soggetta ai carichi verticali di competenza ed alle corrispondenti azioni del sisma nella direzione parallela alla parete.

8.7.1 COSTRUZIONI IN MURATURA

La principale caratteristica delle costruzioni di muratura, è quella di manifestare meccanismi di dissesto sia locali, sia globali. L'esperienza di passati eventi sismici ha mostrato come i fenomeni di dissesto che evidenziano maggiore vulnerabilità e che per primi si manifestano, soprattutto nelle costruzioni storiche di muratura, sono quelli locali, ad esempio prodotti da carenze nei singoli elementi costruttivi e dalla mancanza di presidi atti a sopportare tensioni di trazione e a diffondere le sollecitazioni. Tali meccanismi sono identificabili sia in base all'esperienza del comportamento di edifici con caratteristiche simili, sia in base a criticità specifiche che possono essere individuate anche grazie a quadri fessurativi o dissesti presenti.

In primo luogo, occorre verificare la risposta del fabbricato alle azioni non sismiche e, ove rilevante, ai meccanismi di dissesto locale, in particolare quelli per rotazioni fuori dal piano medio della singola parete. In questo ambito è opportuno riconoscere e analizzare tutte le criticità locali (anche quelle difficilmente quantificabili) che possano determinare situazioni di fragilità in occasione di scuotimenti.

Successivamente, è necessario procedere alla verifica della risposta globale dell'edificio nei confronti delle azioni orizzontali sismiche che complessivamente possono agire su di esso, considerando il comportamento delle pareti per azioni nel proprio piano medio.

8.7.1 COSTRUZIONI IN MURATURA

Nell'analisi globale dell'edificio **la ripartizione delle azioni orizzontali tra le diverse pareti dipende dalla rigidità dei solai nel proprio piano** e dall'efficacia dei loro collegamenti con le murature; per la rigidità dei solai si può fare riferimento a tre situazioni:

- solai infinitamente rigidi,
- solai con rigidità finita (in grado di vincolare le pareti e di creare una qualche ripartizione delle sollecitazioni sismiche),
- solai con rigidità trascurabile (inadeguati redistribuire azioni orizzontali tra le pareti).

Nel caso di solai infinitamente rigidi e ben collegati alle pareti d'ambito è consentita la ripartizione delle azioni orizzontali in base alla capacità di resistenza, alla rigidità relativa e alla posizione in pianta delle varie pareti.

Nel caso di solai di rigidità trascurabile ciascuna parete può essere verificata per le azioni che le competono direttamente, tenendo conto anche, per area di influenza, di quelle ad essa trasmesse dalle pareti investite ortogonalmente al proprio piano.

8.7.1 COSTRUZIONI IN MURATURA

Quando la costruzione, per la presenza di orizzontamenti di rigidità trascurabile o di una maglia muraria diradata e/o non sufficientemente connessa, non manifesta un chiaro comportamento d'insieme, la verifica sismica globale può essere svolta attraverso un insieme esaustivo di verifiche locali su macroelementi, purché la totalità delle forze sismiche sia coerentemente ripartita sugli elementi considerati e si tenga eventualmente conto delle forze che si assume vengano scambiate tra i diversi sottosistemi strutturali.

Rientrano in queste situazioni, ad esempio, le grandi chiese o gli edifici estesi di geometria complessa, privi di efficaci e diffusi sistemi di collegamento tra le diverse porzioni, caratterizzati da numerosi modi di vibrazione locali.

8.7.1 COSTRUZIONI IN MURATURA

I meccanismi di dissesto sono favoriti da:

- assenza di connessioni, soprattutto in sommità, tra le diverse pareti di muratura;
- assenza di connessioni efficaci tra pareti ortogonali;
- assenza di connessioni trasversali tra i paramenti murari di una parete;
- muratura comunque poco coesa e facilmente disgregabile;
- presenza di elementi spingenti (archi, volte, cupole, puntoni di copertura) la spinta dei quali non sia efficacemente trasferita a elementi strutturali adeguatamente resistenti;
- presenza di orizzontamenti voltati di limitato spessore e soggetti a significativi spostamenti delle imposte (in parti-colare ai piani alti dell'edificio);
- coperture e/o solai male organizzati e/o mal collegati alle pareti;
- presenza di pareti eccessivamente snelle;
- presenza, ai piani alti, di masse di entità significativa (anche dovute a sopraelevazioni successive);

8.7.1 COSTRUZIONI IN MURATURA

- presenza di fenomeni di degrado nei materiali.
- presenza di elementi non strutturali non adeguatamente ancorati (cornicioni, timpani di facciata, camini, elementi di decoro, serbatoi, apparecchiature impiantistiche ecc.);
- presenza di corpi di fabbrica di differente altezza.

Nella valutazione della sicurezza sismica di un edificio è anche necessario considerare il comportamento di elementi quali i cornicioni, i comignoli, i muri divisorii e di altri elementi non pensati per avere funzioni strutturali; queste verifiche hanno carattere locale e, in genere, non sono ricomprese nei modelli per l'analisi globale.

8.7.2 COSTRUZIONI IN C.A. O ACCIAIO

Nelle **costruzioni esistenti in calcestruzzo armato** o in acciaio soggette ad azioni sismiche **viene attivata la capacità di elementi e meccanismi resistenti**, che possono essere **“duttili”** o **“fragili”**.

L'analisi sismica globale deve utilizzare, per quanto possibile, metodi di analisi che consentano di valutare in maniera appropriata sia la resistenza sia la duttilità disponibili. **L'impiego di metodi di calcolo lineari richiede al progettista un'opportuna definizione del fattore di comportamento** in relazione alle caratteristiche meccaniche, globali e locali, della struttura in esame.

I meccanismi “duttili” si verificano controllando che la domanda non superi la corrispondente capacità in termini di deformazione o di resistenza in relazione al metodo utilizzato; i meccanismi “fragili” si verificano controllando che la domanda non superi la corrispondente capacità in termini di resistenza.

Per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi duttili si impiegano le **proprietà dei materiali esistenti**, determinate secondo le modalità indicate al § 8.5.3, **divise per i fattori di confidenza corrispondenti al livello di conoscenza raggiunto.**

8.7.2 COSTRUZIONI IN C.A. O ACCIAIO

Per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi fragili, le resistenze dei materiali si dividono per i corrispondenti coefficienti parziali e per i fattori di confidenza corrispondenti al livello di conoscenza raggiunto.

Per i materiali nuovi o aggiunti si impiegano le proprietà di calcolo come per le nuove costruzioni.

Nel caso di demolizioni o interventi su organismi in c.a. facenti parte di aggregati edilizi è fatto obbligo al progettista di operare indagini e/o verifiche atte ad accertare, preliminarmente, l'assenza di interazioni con i corpi adiacenti, al fine di poter escludere il prodursi, su di essi, di modifiche in senso negativo del comportamento strutturale a seguito delle demolizioni o degli interventi.

8.7.3 COSTRUZIONI MISTE

Alcune tipologie di costruzioni esistenti possono essere classificate come miste. Situazioni ricorrenti sono:

- costruzioni le cui pareti perimetrali siano in muratura portante e la cui struttura verticale interna sia rappresentata da pilastri (per esempio in c.a. o acciaio);*
- costruzioni in muratura su cui gravino sopraelevazioni aventi sistema strutturale, per esempio, in c.a. o acciaio, o edifici in c.a. o acciaio su cui gravino sopraelevazioni in muratura;*
- costruzioni in muratura che abbiano subito ampliamenti planimetrici, il cui sistema strutturale (per esempio, in c.a. o acciaio) sia interconnesso con quello preesistente in muratura.*

Per queste situazioni è necessario prevedere modellazioni che tengano in considerazione le particolarità strutturali identificate e l'interazione tra elementi strutturali diversi per materiale e rigidezza, ricorrendo, ove necessario, a metodi di analisi non lineare di comprovata validità.

8.7.4 CRITERI E TIPI D'INTERVENTO

Per tutte le tipologie di costruzioni esistenti **gli interventi vanno progettati ed eseguiti, per quanto possibile, in modo regolare ed uniforme**. L'esecuzione di interventi su porzioni limitate dell'edificio va opportunamente valutata e giustificata, considerando la variazione nella distribuzione delle rigidità e delle resistenze e la conseguente eventuale interazione con le parti restanti della struttura. Particolare attenzione deve essere posta alla fase esecutiva degli interventi, in quanto una cattiva esecuzione può peggiorare il comportamento globale della costruzione.

La scelta del tipo, della tecnica, dell'entità e dell'urgenza dell'intervento dipende dai risultati della precedente fase di valutazione, dovendo mirare prioritariamente a contrastare lo sviluppo di meccanismi locali e/o di meccanismi fragili e, quindi, a migliorare il comportamento globale della costruzione.

8.7.4 CRITERI E TIPI D'INTERVENTO

In generale dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:

- riparazione di eventuali danni presenti;
- riduzione delle carenze dovute ad errori grossolani;
- miglioramento della capacità deformativa ("duttilità") di singoli elementi;
- riduzione delle condizioni, anche legate alla presenza di elementi non strutturali, che determinano situazioni di forte irregolarità, sia planimetrica sia altimetrica, degli edifici, in termini di massa, resistenza e/o rigidità;
- riduzione delle masse, anche mediante demolizione parziale o variazione di destinazione d'uso;
- riduzione dell'impegno degli elementi strutturali originari mediante l'introduzione di sistemi d'isolamento o di dissipazione di energia;
- riduzione dell'eccessiva deformabilità degli orizzontamenti, sia nel loro piano che ortogonalmente ad esso;
- miglioramento dei collegamenti degli elementi non strutturali, alla struttura e tra loro;

8.7.4 CRITERI E TIPI D'INTERVENTO

- incremento della resistenza degli elementi verticali resistenti, tenendo eventualmente conto di una possibile riduzione della duttilità globale per effetto di rinforzi locali;
- realizzazione, ampliamento, eliminazione di giunti sismici o interposizione di materiali atti ad attenuare gli eventuali urti;
- miglioramento del sistema di fondazione, ove necessario.

Interventi su parti non strutturali ed impianti sono necessari quando, in aggiunta a motivi di funzionalità, la loro risposta sismica possa mettere a rischio la vita degli occupanti o produrre danni ai beni contenuti nella costruzione. Per il progetto di interventi atti ad assicurare l'integrità di tali parti valgono le prescrizioni fornite nei §§ 7.2.3 e 7.2.4.

8.7.4 CRITERI E TIPI D'INTERVENTO

Per le **strutture in muratura**, inoltre, dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:

- miglioramento dei collegamenti tra orizzontamenti e pareti, tra copertura e pareti, tra pareti confluenti in martelli murari o angolate;
- riduzione ed eliminazione delle spinte non contrastate di coperture, archi e volte;
- rafforzamento delle pareti intorno alle aperture.

8.7.4 CRITERI E TIPI D'INTERVENTO

Per le **strutture in c.a. ed in acciaio** si prenderanno in considerazione, valutandone l'eventuale necessità e l'efficacia, anche le tipologie di intervento di seguito esposte o loro combinazioni:

- rinforzo di tutti o parte degli elementi;
- aggiunta di nuovi elementi resistenti, quali pareti in c.a., controventi in acciaio, etc.;
- eliminazione di eventuali meccanismi “di piano”;
- introduzione di un sistema strutturale aggiuntivo in grado di resistere per intero all'azione sismica di progetto;
- eventuale trasformazione di elementi non strutturali in elementi strutturali, come nel caso di incamiciatura in c.a. di pareti in laterizio.

8.7.4 CRITERI E TIPI D'INTERVENTO

Infine, per le **strutture in acciaio**, potranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:

- miglioramento della stabilità degli elementi e della struttura;
- incremento della resistenza e/o della rigidezza dei collegamenti;
- miglioramento dei dettagli costruttivi nelle zone dissipative;
- introduzione di indebolimenti locali controllati, finalizzati ad un miglioramento del meccanismo di collasso.

8.7.5 ELABORATI DEL PROGETTO DELL'INTERVENTO

Per tutte le tipologie costruttive, il **progetto dell'intervento di miglioramento o adeguamento sismico deve almeno comprendere:**

- a) l'analisi e la verifica della struttura prima dell'intervento, con identificazione delle carenze e del livello di azione sismica per la quale viene raggiunto lo SLU (e SLE se richiesto);
- b) la scelta, esplicitamente motivata, del tipo di intervento;
- c) la scelta, esplicitamente motivata, delle tecniche e/o dei materiali;
- d) il dimensionamento preliminare dei rinforzi e degli eventuali elementi strutturali aggiuntivi;
- e) l'analisi strutturale della struttura post-intervento;
- f) la verifica della struttura post-intervento, con determinazione del livello di azione sismica per la quale viene raggiunto lo SLU (e SLE se richiesto).

Analogamente si procederà per gli interventi (di riparazione o rafforzamento) locali. In tal caso non si eseguiranno le analisi della struttura e le verifiche ante e post-operam di cui ai punti a), e), f), che saranno sostituite da analoghe verifiche sul singolo elemento o sul meccanismo locale sul quale si interviene, al fine di determinarne gli incrementi di resistenza e/o di duttilità conseguenti all'intervento.

...grazie per l'attenzione!

COSTRUZIONI IN MURATURA

CENNI DI PROGETTAZIONE E CONTROLLO

ALFONSINA DI FUSCO, ANDIL

Laureata nel 2000 in Ingegneria Civile alla II Università di Napoli, ha conseguito un Master di II livello in "Aspetti strutturali ed architettonici" c/o Master School "F.lli Pesenti" del Politecnico di Milano. In ANDIL dal 2005, si occupa della gestione di progetti di R&S e promozione di prodotto/sistema; è membro di tavoli istituzionali di normazione nazionale (UNI) ed internazionale (CEN). Autore e componente del comitato editoriale della rivista "Costruire in Laterizio" dell'ANDIL.



Corso di aggiornamento
NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018

Verifiche delle strutture - Controlli in cantiere - Valutazione dei progetti

“Costruzioni di muratura”

Ing. Alfonsina Di Fusco
a.difusco@laterizio.it

ANDIL Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi
 Via A. Torlonia, 15 - 00161 ROMA - tel. +39.06.44236926
www.laterizio.it www.andil.it

Roma, 4 Ottobre 2018



ANDIL Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi



L'industria italiana dei laterizi conta oggi 86 imprese e 106 stabilimenti che immettono sul mercato prodotti diversificati per: murature, divisori, solai, coperture, rivestimenti, pavimentazioni

Fanno parte di **ANDIL** aziende di ogni dimensione, localizzate in tutte le regioni italiane, che rappresentano oltre il 70% della produzione nazionale.

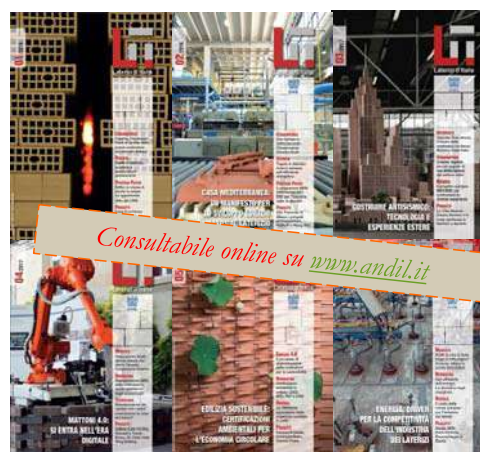
ANDIL aderisce a *Confindustria* e a *Federcostruzioni*; partecipa alla *Federazione Confindustria Ceramica e Laterizi* ed, in sede europea, a *TBE (Tiles and Bricks of Europe) - CerameUnie*.

La mission dell'Associazione comprende il presidio dei **tavoli normativi in ambito strutturale, antincendio, acustico, ambientale ed energetico** e lo sviluppo di attività di **ricerca&innovazione** ed azioni di **promozione e valorizzazione** delle molteplici applicazioni costruttive del laterizio.

Costruire in laterizio



Laterizi d'Italia



L'industria dei laterizi italiana investe da sempre sulla sicurezza sismica, puntando su sistemi tecnologici e prodotti di ultima generazione, certificati nell'ambito di progetti di ricerca, sperimentazioni e studi scientifici compiuti da centri di eccellenza, tra i migliori riconosciuti anche a livello internazionale.

Progetto europeo "ESECMASE"
ENHANCED SAFETY AND EFFICIENT CONSTRUCTION OF MASONRY STRUCTURES IN EUROPE

Criteri di sicurezza per edifici antisismici in muratura portante



La risposta sismica di molteplici tipologie di muratura, valutata attraverso numerose prove cicliche pseudo-dinamiche e test su tavola vibrante, simulando l'azione di terremoti di elevata intensità su modelli di edifici in scala reale, ha determinato nuovi fattori di struttura "q".

Progetto europeo "INSYSME"
INNOVATIVE SYSTEMS FOR EARTHQUAKE RESISTANT MASONRY ENCLOSURES IN RC BUILDINGS

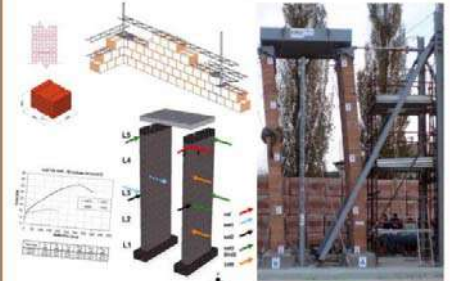
Potenziamento delle prestazioni sismiche di tamponamenti e divisori in laterizio



Ottimizzazione del comportamento sismico delle pareti divisorie e da tamponamento (monostrato e pluristrato con rivestimento faccia a vista) delle strutture in cemento armato, attraverso sia lo sviluppo e l'applicazione di soluzioni innovative, sia la definizione di opportuni criteri di dimensionamento, linee guida e software per la progettazione.

Progetto europeo "DISWALL"
DEVELOPING INNOVATIVE SYSTEMS FOR REINFORCED MASONRY WALLS

Sistemi innovativi per la muratura armata soggetta ad azioni sismiche



Prove cicliche fuori piano e prove di compressione monoassiale hanno ampiamente confermato la validità dei nuovi sistemi costruttivi in laterizio per muratura armata in zona sismica, tra cui una soluzione con blocchi a fori orizzontali ed un'altra a fori verticali, ottimale per carichi fuori piano.

Molti dei risultati delle ricerche sono stati trasferiti nella normativa in vigore - **Norme Tecniche per le Costruzioni e Annessi tecnici EC** - e ne condizioneranno le future revisione e aggiornamenti.

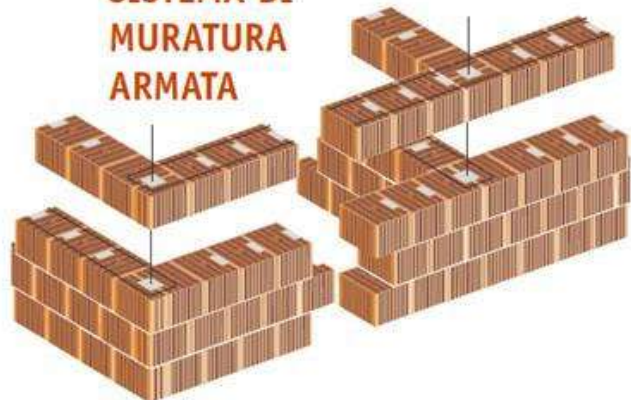
Norme Tecniche per le Costruzioni

Costruzioni di muratura

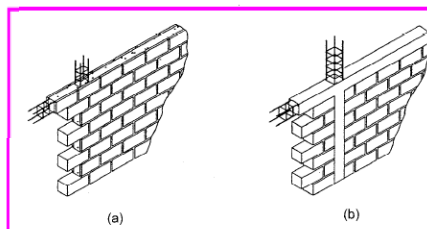
SISTEMA DI MURATURA ORDINARIA



SISTEMA DI MURATURA ARMATA



Novità 2018



New entry!

Muratura intelaiata o confinata

Norme Tecniche per le Costruzioni

2/41

Costruzioni di muratura

- § 4.5 affronta in generale i **requisiti dei materiali** impiegati per la realizzazione delle murature e indica i **criteri di progettazione** validi nei siti caratterizzati da sismicità molto bassa (zona 4);
- § 7.8 specifica **ulteriori prescrizioni**, condizioni e **metodologie di analisi** da applicare per murature da realizzare in **territori a più elevata sismicità (zone 3, 2 e 1)**;
- § 11.10 definisce l'**iter di qualificazione e controllo** degli elementi resistenti (mattoni e blocchi) e delle malte e le procedure di **caratterizzazione meccanica** sia dei prodotti base, sia del sistema muratura nel suo complesso.



“COSTRUZIONI DI MURATURA”

Roma, 4 Ottobre 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

3/41

Costruzioni di muratura

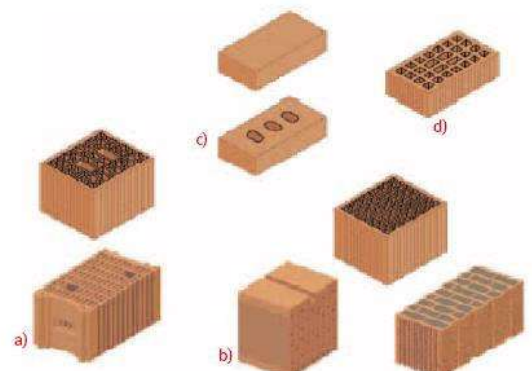
§ 4.5 affronta in generale i requisiti dei materiali impiegati per la realizzazione delle murature e indica i criteri di progettazione validi nei siti caratterizzati da sismicità molto bassa (zona 4)

4.5.2. Materiali

4.5.2.2 ELEMENTI RESISTENTI IN MURATURA

Denominazione degli elementi da muro in funzione della **percentuale di foratura** (rapporto fra la superficie complessiva dei fori e la superficie totale della sezione di estrusione dell'elemento stesso):

- pieno: elemento (mattono o blocco) con **percentuale di foratura $\leq 15\%$** ;
- semipieno: elemento con **foratura $> 15\%$ e $\leq 45\%$** ;
- forato: elemento con **foratura $> 45\%$ e $\leq 55\%$** .



Esempi di mattoni e blocchi di laterizio per murature: a) blocco semipieno (percentuale di foratura superiore al 15% e inferiore o uguale al 45%); b) blocco forato (percentuale di foratura superiore al 45% e inferiore o uguale al 55%); c) mattono pieno (percentuale di foratura inferiore o uguale al 15%); d) mattono semipieno (percentuale di foratura superiore al 15% e inferiore o uguale al 45%).

“COSTRUZIONI DI MURATURA”

Roma, 4 Ottobre 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

4/41

Aggiornamenti introdotti nelle NTC2018

4.5.2. Materiali

4.5.2.2 ELEMENTI RESISTENTI IN MURATURA

Novità 2018

- **limiti sugli spessori dei setti** per gli elementi resistenti (come già presenti nel vecchio DM '87 e nell'ultima versione dell'Annesso nazionale dell'EC6)

Lo spessore minimo dei setti interni (distanza minima tra due fori) è il seguente:

elementi in laterizio e di silicato di calcio:	<u>7 mm;</u>
elementi in calcestruzzo:	18 mm;

Spessore minimo dei setti esterni (distanza minima dal bordo esterno al foro più vicino al netto dell'eventuale rigatura) è il seguente:

elementi in laterizio e di silicato di calcio:	<u>10 mm;</u>
elementi in calcestruzzo:	18 mm;

Per i valori di adesività malta/elemento resistente si può fare riferimento a indicazioni di normative di riconosciuta validità.

Norme Tecniche per le Costruzioni

5/41

4.5.2. Materiali

4.5.2.3 MURATURE

Le murature costituite dall'assemblaggio organizzato ed efficace di elementi e malta possono essere a singolo paramento, se la parete è senza cavità o giunti verticali continui nel suo piano, o a paramento doppio. In questo ultimo caso, qualora siano presenti le connessioni trasversali previste dall'Eurocodice UNI EN 1996-1-1, si farà riferimento agli stessi Eurocodici UNI EN 1996-1-1, oppure, in assenza delle connessioni trasversali previste dall'Eurocodice, si applica quanto previsto al § 4.6.

Novità 2018

L'uso di giunti di malta sottili (spessore compreso tra 0.5 mm e 3 mm) e/o di giunti verticali a secco va limitato ad edifici con numero di piani fuori terra non superiore a quanto specificato al § 7.8.1.2 ed altezza interpiano massima di 3.5 m.

Tra i sistemi costruttivi ammessi dalle nuove norme rientra anche la muratura eseguita con **elementi rettificati ad incastro** e **giunto verticale "a secco"**, a condizione che i giunti orizzontali di malta sottile – secondo § 8.1.5(1) dell'Eurocodice 6, con spessore compreso tra i 0,5 e 3 mm – rispondano alla Specifica Tecnica Europea di riferimento UNI EN 998-2.

La realizzazione di strutture in muratura con **giunto verticale "a secco"** deve considerarsi ammissibile esclusivamente in zona classificata a sismicità "molto bassa", ponendo attenzione anche al numero di piani dell'edificio: a favore della sicurezza, questi non dovranno essere più di due dal piano campagna.

Norme Tecniche per le Costruzioni

6/41

4.5.4. Organizzazione strutturale

Lo **spessore minimo** per le murature portanti non potrà essere inferiore a:

- 15 cm per murature in elementi pieni artificiali
- 20 cm per murature in elementi semipieni artificiali
- 24 cm per murature in elementi forati artificiali

Il rapporto fra altezza di interpiano e spessore del muro (**snellezza**) non dovrà in nessun caso essere superiore a **20**.

I sistemi resistenti di pareti, solai e fondazioni devono essere collegati tra loro in modo da resistere efficacemente ai carichi verticali (peso proprio, carichi carichi e sovraccarichi) ed orizzontali (vento e sisma). Va garantito un **comportamento d'insieme "scatolare"**: tutte le pareti devono essere collegate a livello dei solai mediante cordoli di piano e, tra di loro, con ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

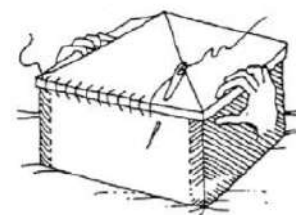
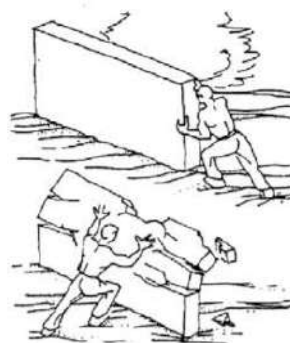


figura da Touliafos, 1996

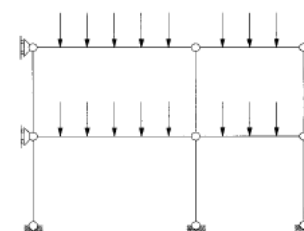
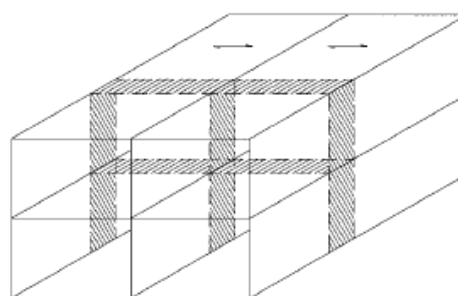
Norme Tecniche per le Costruzioni

7/41

4.5.5. Analisi strutturale

Le analisi per la valutazione della risposta possono essere di 3 tipi:

- "semplificata"
- "lineare"
- "non lineare".



ipotesi dell'articolazione (struttura isostatica)

Per costruzioni realizzate in *zona sismica 4*, vengono impiegati prevalentemente i primi due metodi, ed esclusivamente il primo se rispettate le condizioni di **"edificio semplice"**.

L'analisi globale di un edificio in **muratura portante**, caricato da forze verticali, può essere affrontata con riferimento a sistemi piani a telaio a nodi fissi, con le **pareti** schematizzate mediante **ritti** caratterizzati dalle stesse proprietà specifiche delle pareti e **fasce di piano** modellate come **travi orizzontali**.

Tale ipotesi viene ulteriormente semplificata grazie allo "schema dell'articolazione completa" delle estremità della parete, per la quale si assume che la porzione di muro da verificare, per azioni nel piano del muro, sia vincolata isostaticamente e che il carico assiale in sommità sia eccentrico trasversalmente.

Norme Tecniche per le Costruzioni

4.5.6.2 Verifiche agli stati limite ultimi

Le verifiche di sicurezza agli SLU sono:

- ✓ presso flessione per carichi laterali (resistenza e stabilità fuori dal piano);
- ✓ presso flessione nel piano del muro;
- ✓ taglio per azioni nel piano del muro;
- ✓ carichi concentrati;
- ✓ flessione e taglio per le travi di accoppiamento.

$$f_d = f_k / \gamma_M$$

$$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$$

Nelle verifiche di sicurezza secondo gli stati limite ultimi, le resistenze di progetto saranno valutate a partire dal valore di **resistenza caratteristica** diviso per il **coefficiente parziale di sicurezza** γ_M ricavato dalla tabella 4.5.II

Valori del coefficiente γ_M in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti (tabella 4.5.II - NTC)

Materiale	Classe di esecuzione	
	1	2
muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5
muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7
Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3

Norme Tecniche per le Costruzioni

4.5.6.4 Verifiche semplificate

Criteri per il progetto, in presenza di azioni non sismiche, con un dimensionamento semplificato senza verifica estesa (**edificio o costruzione “semplice”**), limitandosi al rispetto dei requisiti da a) ad g) ed alla limitazione della tensione verticale media di piano.

Tabella 7.8.II

Accelerazione di picco del terreno $a_g S(\cdot)$	Tipo di struttura	Numero piani	≤0,07g	≤0,10g	≤0,15g	≤0,20g	≤0,25g	≤0,30g	≤0,35g	≤0,40g	≤0,45g	≤0,50g
			Muratura ordinaria	1	3,5%	3,5%	4,0%	4,5%	5,5%	6,0%	6,0%	6,0%
	2	4,0%	4,0%	4,5%	5,0%	6,0%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%	7,0%
	3	4,5%	4,5%	5,0%	6,0%	6,5%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%	7,0%
Muratura armata	1	2,5%	3,0%	3,0%	3,0%	3,5%	3,5%	4,0%	4,0%	4,0%	4,5%	4,5%
	2	3,0%	3,5%	3,5%	3,5%	4,0%	4,0%	4,5%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
	3	3,5%	4,0%	4,0%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	5,5%	5,5%	6,0%	6,0%
	4	4,0%	4,5%	4,5%	5,0%	5,5%	5,5%	5,5%	6,0%	6,0%	6,5%	6,5%

(¹) S_T si applica solo nel caso di strutture di Classe d'uso III e IV (v. § 2.4.2)

S_T coefficiente di amplificazione topografica

g) devono essere rispettate le percentuali minime, calcolate coperta rispetto alla superficie totale in pianta dell'edificio, di sezione resistente delle pareti, calcolate nelle due direzioni ortogonali, specificate in Tab. 7.8.II.

La verifica si intende soddisfatta se risulta:

$$\sigma = N / (0,65 A) \leq f_k / \gamma_M$$

[4.5.12]

Novità 2018

E' stato inserito il requisito g), che puntualizza la necessità di **rispettare le percentuali minime**, specificate in tab. 7.8.II (capitolo sulle costruzioni soggette ad azione sismica), di **sezione resistente delle pareti nelle due direzioni ortogonali**, calcolate con riferimento alla superficie totale in pianta dell'edificio.

Norme Tecniche per le Costruzioni

10/41

Aggiornamenti introdotti nelle NTC2018

Novità 2018

4.5.8. Muratura confinata *New entry!*

La muratura confinata è un muratura costituita da elementi resistenti artificiali pieni e semipieni, dotta di elementi di confinamento in calcestruzzo armato o muratura armata. Il progetto della muratura confinata può essere svolto applicando integralmente quanto previsto negli Eurocodici strutturali ed in particolare nelle norme della serie EN 1996 e EN 1998 con le relative appendici nazionali.

La muratura confinata è la vera novità: anche in Italia si potranno progettare e realizzare edifici con questa tecnologia costruttiva caratterizzata da pannelli murari confinati da elementi in calcestruzzo armato o muratura armata, con getto in opera finale.



Edificio in muratura confinata: (a) struttura d'insieme e (b) dettagli costruttivi.

Norme Tecniche per le Costruzioni

11/41

Aggiornamenti introdotti nelle NTC2018

Novità 2018

4.5.12. Progettazione integrata da prove e verifica mediante prove

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

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.

Metodi operativi completi per la progettazione integrata da prove possono essere reperiti nella **Appendice D dell'Eurocodice 0**.

Norme Tecniche per le Costruzioni

12/41

Costruzioni di muratura

§ 7.8 specifica ulteriori prescrizioni, condizioni e metodologie di analisi da applicare per murature da realizzare in territori a più elevata sismicità (zone 3, 2 e 1);

7.8.1. Regole generali

7.8.1.1 PREMESSA

Novità 2018

Le costruzioni di muratura devono essere realizzate nel rispetto di quanto contenuto nelle presenti Norme Tecniche ai §§ 4.5 e 11.10. Il rispetto di tali requisiti consente di classificare le costruzioni in muratura come moderatamente dissipative e quindi appartenenti alla classe di duttilità CD"B".

Importante riconoscimento: gli edifici in muratura, anche quelli in muratura ordinaria (non armata), posseggono, a livello di sistema strutturale, una **capacità deformativa in campo non lineare** e una **capacità dissipativa**

I coefficienti parziali di sicurezza per la resistenza del materiale forniti nel Capitolo 4 possono essere ridotti del 20% e comunque fino ad un valore non inferiore a 2.

Come tutti gli altri sistemi costruttivi, i **coefficienti parziali di sicurezza** risultano maggiorati rispetto alla versione del 2008 e molto più alti di quelli previsti dagli Eurocodici.

Norme Tecniche per le Costruzioni

13/41

7.8.1. Regole generali

7.8.1.2 MATERIALI

Aggiornamenti introdotti nelle NTC2018

Per le costruzioni caratterizzate, allo SLV, da $a_g S > 0,075g$ (ovvero nelle zone sismiche classificate 3, 2 e 1 con livello di pericolosità "basso", "medio" e "alto"), gli elementi resistenti, oltre a quanto indicato al capitolo 4.5, devono essere assicurati i seguenti requisiti:

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti, non superiore al 45% del volume totale del blocco;
- eventuali setti, disposti parallelamente al piano del muro, continui e rettilinei; le uniche interruzioni ammesse sono quelle in corrispondenza dei fori di presa o per l'alloggiamento delle armature;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante (f_{bk}), calcolata sull'area al lordo delle forature, non inferiore a 5 MPa o, in alternativa, resistenza media normalizzata nella direzione portante (f_b) non inferiore a 6 MPa ;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete (\bar{f}_{bk}), calcolata nello stesso modo, non inferiore a 1,5 MPa.

I limiti ed i requisiti nelle NTC2008 erano definiti in funzione delle zone sismiche, nelle nuove NTC2018 si fa invece riferimento ai valori di accelerazione di ancoraggio dello spettro elastico $a_g S$ allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)

Novità 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

14/41

7.8.1. Regole generali

Aggiornamenti introdotti nelle NTC2018

7.8.1.2 MATERIALI

Per le costruzioni caratterizzate, allo SLV, da $a_g S > 0,075g$ (ovvero nelle zone sismiche classificate 3, 2 e 1 con livello di pericolosità “basso”, “medio” e “alto”), gli elementi resistenti, oltre a quanto indicato al capitolo 4.5, devono essere assicurati i seguenti requisiti:

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti, non superiore al 45% del volume totale del blocco;
- eventuali setti, disposti parallelamente al piano del muro, continui e rettilinei; le uniche interruzioni corrispondono ai fori di presa o per l'alloggiamento delle armature;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante (f_{bk}), calcolata sull'area al lordo delle forature, non inferiore a 5 MPa o, in alternativa, resistenza media normalizzata nella direzione portante (\bar{f}_b) non inferiore a 6 MPa;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete (\bar{f}_{bk}), calcolata nello stesso modo, non inferiore a 1,5 MPa.

Novità 2018

Recepimento e uniformazione delle terminologie delle norme di prodotto, standard di prova e dell'Eurocodice 6: introduzione della **resistenza normalizzata**.

In conformità con quanto dichiarato dai produttori che, in base alle norme di prodotto della **serie UNI EN 771** per alcuni materiali (come per esempio i blocchi in laterizio), potrebbero dichiarare solamente il **valore della resistenza media**.

Norme Tecniche per le Costruzioni

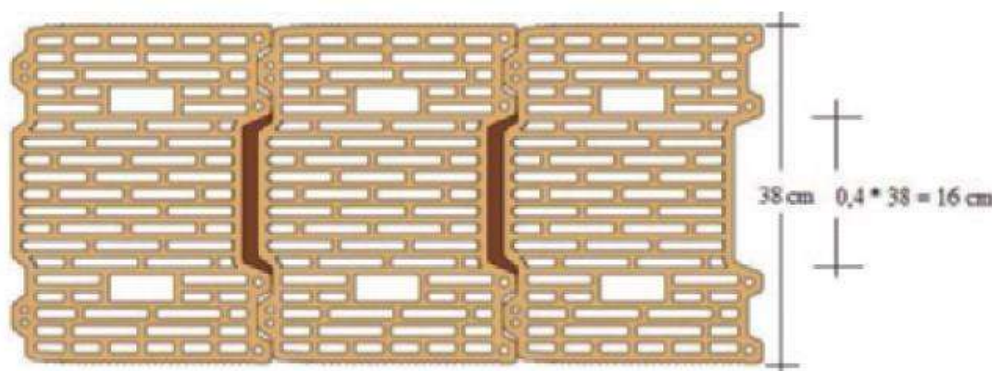
15/41

7.8.1. Regole generali

7.8.1.2 MATERIALI

In merito alle **tasche di malta** dei sistemi di muratura con blocchi ad incastro, viene precisato che il *riempimento del giunto verticale dovrà essere eseguito per tutta la sua altezza e per una larghezza non inferiore al 40% dello spessore della muratura*; come stabilito dall'Eurocodice 6 al § 8.1.5(3).

In tal modo, i **giunti verticali** possono essere considerati riempiti.



Sezione dell'allineamento dei blocchi ad incastro con “tasca riempita di malta” per un'estensione pari al 40% dello spessore del blocco.

Norme Tecniche per le Costruzioni

16/41

Novità 2018

7.8.1. Regole generali

7.8.1.2 MATERIALI

L'uso di giunti sottili (spessore compreso tra 0.5 mm e 3 mm) è consentito esclusivamente per edifici caratterizzati allo SLV, da $a_g S \leq 0,15 g$, con le seguenti limitazioni:

- altezza massima, misurata in asse allo spessore della muratura: 10,5 m se $a_g S \leq 0,075 g$; 7 m se $0,075 g < a_g S \leq 0,15 g$;
- numero dei piani in muratura da quota campagna: ≤ 3 per $a_g S \leq 0,075 g$; ≤ 2 per $0,075 g < a_g S \leq 0,15 g$.

L'uso di giunti verticali non riempiti è consentito esclusivamente per edifici caratterizzati, allo SLV, da $a_g S \leq 0,075 g$, costituiti da un numero di piani in muratura da quota campagna non maggiore di due e altezza massima, misurata in asse allo spessore della muratura di 7 m.

Sono penalizzate state immotivatamente le **costruzioni di muratura rettificata** !
Oltre alla considerevole validazione sperimentale, è dimostrato che costruzioni edificate nel cratere sismico emiliano hanno superato egregiamente la prova terremoto resistendo senza alcun danno alle scosse del 2012.

*E' stato presentato - in fase di revisione delle NTC - uno specifico **dossier ANDIL** sulla validità dei sistemi costruttivi in laterizio rettificato*

Fig. 1. Fotografia per la zona Sisma 2012: mappa di inquinamento e sismicità con dati di classe e valori elevati, visto agli archi moderni in sintonia con strutture in "mattoni rettificati".

"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Roma, 4 Ottobre 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

17/41

Novità 2018

7.8.1. Regole generali

7.8.1.3 MODALITÀ COSTRUTTIVE E FATTORI DI COMPORTAMENTO

	NTC 2008		Nuove NTC	
	q*	α_u/α_1	q*	α_u/α_1
Costruzioni di muratura ordinaria	2.0	1.8 (1.4)	1.75	1.7
Costruzioni di muratura armata	2.5	1.5 (1.3)	2.5	1.5
Costruzioni di muratura armata con progettazione in capacità	3.0	1.3	3.0	1.3
Costruzioni di muratura confinata	-	-	2.0	1.6

Riduzione dei fattori di struttura

Tabella 1. Confronto tra valori dei fattori di struttura q delle NTC 2008 con quelli delle nuove NTC. I valori indicati tra parentesi si riferiscono agli edifici ad 1 piano.

Nelle nuove NTC i valori del **fattore di struttura q** per le analisi elastiche e lineari degli edifici in muratura ordinaria sono stati rivisti, in considerazione della minore capacità deformativa ultima valutata - con apposite sperimentazioni - rispetto a murature "tradizionali" di mattoni a cui si riferivano i valori q utilizzati in precedenza.

"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Roma, 4 Ottobre 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

18/41

7.8.1. Regole generali

7.8.1.4 CRITERI DI PROGETTO E REQUISITI GEOMETRICI

- Le **piante** devono essere quanto più possibile compatte e simmetriche rispetto ai due assi ortogonali.
- Le **pareti strutturali**, al lordo delle aperture, devono avere continuità in elevazione fino alla fondazione, evitando pareti in falso.
- Le strutture costituenti **orizzontamenti e coperture** non devono essere spingenti. Eventuali spinte orizzontali, valutate tenendo conto l'azione sismica, devono essere assorbite per mezzo di idonei elementi strutturali.
- I **solai** devono assolvere funzione di ripartizione delle azioni orizzontali tra le pareti strutturali e di vincolo nei confronti delle azioni fuori del piano delle pareti, pertanto devono essere ben collegati ai muri e garantire un adeguato funzionamento a diaframma.
- La **distanza massima tra due solai** successivi non deve essere superiore a 5 m.

Norme Tecniche per le Costruzioni

19/41

7.8.1. Regole generali

7.8.1.4 CRITERI DI PROGETTO E REQUISITI GEOMETRICI

t : spessore della parete al netto dell'intonaco
h₀: altezza di libera inflessione della parete
h' altezza massima delle aperture adiacenti alla parete
l: lunghezza della parete

Tab. 7.8.I – Requisiti geometrici delle pareti resistenti al sisma

Tipologie costruttive	t _{min}	(λ=h ₀ '/t) _{max}	(l/h') _{min}
Muratura ordinaria, realizzata con elementi in pietra squadrata	300 mm	10	0,5
Muratura ordinaria, realizzata con elementi artificiali	240 mm	12	0,4
Muratura armata, realizzata con elementi artificiali	240 mm	15	Qualsiasi
Muratura confinata	240 mm	15	0,3
Muratura ordinaria, realizzata con elementi in pietra squadrata, in siti caratterizzati, allo SLV, da a _g S ≤ 0.15g	240 mm	12	0,3
Muratura realizzata con elementi artificiali semipieni, in siti caratterizzati, allo SLV, da a _g S ≤ 0.075 g	200 mm	20	0,3
Muratura realizzata con elementi artificiali pieni, in siti caratterizzati, allo SLV, da a _g S ≤ 0.075 g	150 mm	20	0,3

I requisiti geometrici nelle NTC2008 erano definiti in funzione delle zone sismiche, nelle nuove NTC2018 si fa riferimento ai valori di **accelerazione di ancoraggio dello spettro elastico a_gS allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)**

Novità 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

20/41

7.3.6 Rispetto dei requisiti nei confronti degli stati limite

7.3.6.1 ELEMENTI STRUTTURALI

Novità 2018

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(*)		

Verifiche di rigidezza RIG (ST)

- c) per costruzioni con struttura portante di muratura ordinaria
 $qd_r \leq 0,0020 \cdot h$
- d) per costruzioni con struttura portante di muratura armata
 $qd_r \leq 0,0030 \cdot h$
- e) per costruzioni con struttura portante di muratura confinata
 $qd_r < 0,0025 \cdot h$

Riduzione dei valori limite!
[7.3.13]
[7.3.14]

dove:

- d_r è lo spostamento di interpiano, cioè la differenza tra gli spostamenti del solaio superiore e del solaio inferiore, calcolati, nel caso di analisi lineare, secondo il § 7.3.3.3 o, nel caso di analisi non lineare, secondo il § 7.3.4, sul modello di calcolo non comprensivo delle tamponature,
- h è l'altezza del piano.

Norme Tecniche per le Costruzioni

21/41

7.8.1.5 Metodi di analisi

7.8.1.5.2 ANALISI LINEARE STATICA

Novità 2018

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [1.5 \cdot (1 + Z/H) - 0.5] \geq \alpha \cdot S$$

dove:

- α è il rapporto tra accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A per lo stato limite in esame (vedi § 3.2.1) e l'accelerazione di gravità g ;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1;
- Z è la quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione (vedi § 3.2.2);
- H è l'altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione;

L'espressione per l'azione sismica ortogonale, rappresentata dall'accelerazione adimensionalizzata massima S_a , è stata inserita direttamente nel capitolo sulle murature, essendo stata eliminata nella parte generale del capitolo 7 per gli elementi non strutturali.

L'analisi elastica lineare, mediante il **fattore di struttura q** ed il rispetto di un'indispensabile ridistribuzione delle azioni, permette un calcolo accurato, caratterizzato tuttavia da risultati generalmente più che cautelativi.

La condizione ultima nell'analisi lineare è solo un limite convenzionale e non rappresenta la "rottura" del pannello murario che possiede ancora capacità deformativa residua in grado di sopportare ulteriori sollecitazioni esterne.

Norme Tecniche per le Costruzioni

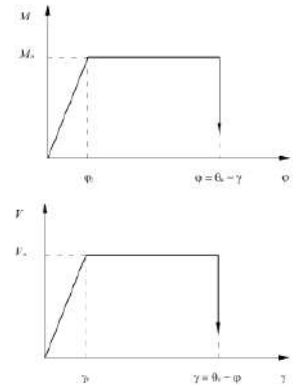
22/41

7.8.1.5 Metodi di analisi

7.8.1.4 ANALISI STATICA NON LINEARE

L'analisi non lineare viene eseguita applicando all'edificio, schematizzato attraverso modelli strutturali globali, i carichi gravitazionali ed un sistema di forze orizzontali distribuite ad ogni livello e proporzionali alle forze d'inerzia.

Il **comportamento non lineare** dei pannelli murari viene caratterizzato attraverso un modello bilineare "elastico-perfettamente plastico".



Le strutture in muratura, essendo caratterizzate da un significativo comportamento dissipativo, risultano più correttamente rappresentate attraverso l'**analisi statica non lineare** che, con una descrizione maggiormente realistica della risposta strutturale in condizioni ultime, concretizza un'elevata probabilità di successo della verifica di sicurezza.

La modifica più significativa riguarda gli stati limite da considerare per le analisi statiche non lineari, per le quali, oltre alle verifiche allo Stato Limite di Danno e di Salvaguardia della Vita, si aggiunge anche quella a **prevenzione del collasso (SLC)**.

Novità 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

23/41

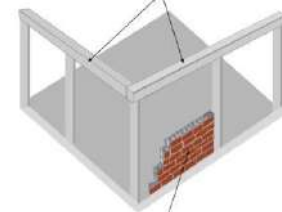
Progettazione di strutture a telaio in c.a. con tamponature secondo le

Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2008 ed DM 17/02/2018

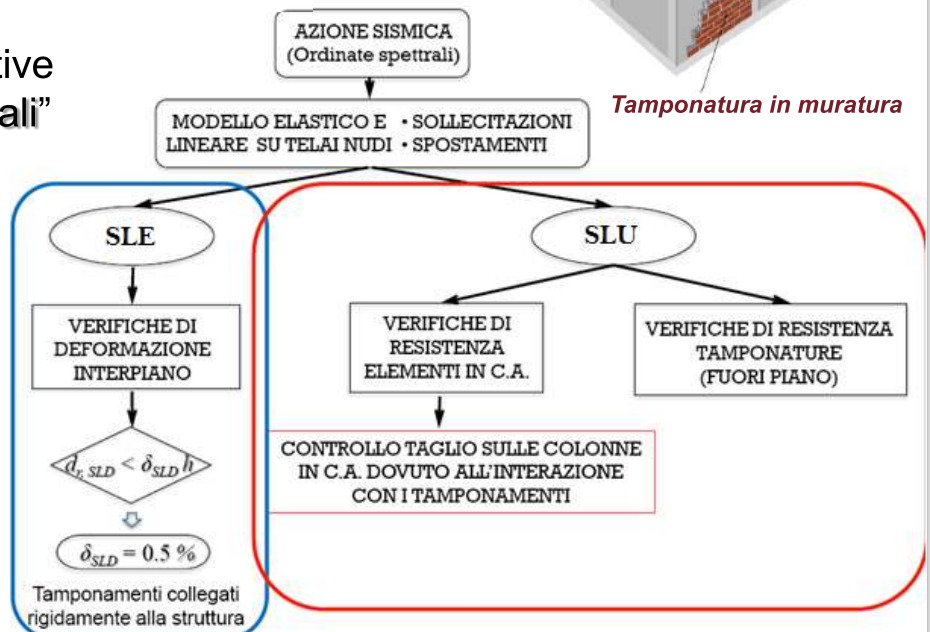
Verifiche di sicurezza relative alle "murature non strutturali"

- I. *Analisi e verifiche di sicurezza sulla struttura a telaio*
- II. *Verifiche di sicurezza in termini di spostamento (SLO/SLD) degli elementi strutturali*
- III. *Verifiche di sicurezza in termini di resistenza (SLV/SLC) degli elementi non strutturali*

Telaio strutturale in calcestruzzo armato



Tamponatura in muratura



Norme Tecniche per le Costruzioni

24/41

Progettazione di strutture a telaio in c.a. con tamponature Norme Tecniche per le Costruzioni

NTC2008
DM 18 gennaio 2008

Stato Limite	Descrizione della prestazione	Riferimento paragrafo NTC 2008	Classe d'uso			
			I	II	III	IV
SLO	Contenimento del danno	§ 7.3.7.2	no	no	si	si
SLD			si	si	no	no
SLV	Assenza di collasso fragile/prematuro ed espulsione f.p.	§ 7.3.6.3	si	si	si	si

VS

NTC2018
DM 17 febbraio 2018

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(*)		

Norme Tecniche per le Costruzioni

25/41

Progettazione di strutture a telaio in c.a. con tamponature Norme Tecniche per le Costruzioni

NTC2008
DM 18 gennaio 2008

7.2.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI “SECONDARI” ED ELEMENTI NON STRUTTURALI

~~Con l'esclusione dei soli tamponamenti interni di spessore non superiore a 100 mm, gli elementi costruttivi senza funzione strutturale il cui danneggiamento può provocare danni a persone, devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati.~~

Qualora la distribuzione di tali elementi sia fortemente irregolare in pianta, gli effetti di tale irregolarità debbono essere valutati e tenuti in conto. Questo requisito si intende soddisfatto qualora si incrementi di un fattore 2 l'eccentricità accidentale di cui al § 7.2.6.

VS

NTC2018
DM 17 febbraio 2018

7.2.3. CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI SECONDARI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI

ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI

Per elementi costruttivi non strutturali s'intendono quelli con rigidezza, resistenza e massa tali da influenzare in maniera significativa la risposta strutturale e quelli che, pur non influenzando la risposta strutturale, sono ugualmente significativi ai fini della sicurezza e/o dell'incolumità delle persone.

La capacità degli elementi non strutturali, compresi gli eventuali elementi strutturali che li sostengono e collegano, tra loro e alla struttura principale, deve essere maggiore della domanda sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite da considerare (v. § 7.3.6). Quando l'elemento non strutturale è costruito in cantiere, è compito del progettista della struttura individuare la domanda e progettare la capacità in accordo a formulazioni di comprovata validità ed è compito del direttore dei lavori verificarne la corretta esecuzione; quando invece l'elemento non strutturale è assemblato in cantiere, è compito del progettista della struttura individuare la domanda, è compito del fornitore e/o dell'installatore fornire elementi e sistemi di collegamento di capacità adeguata ed è compito del direttore dei lavori verificarne il corretto assemblaggio.

Norme Tecniche per le Costruzioni

26/41

Progettazione di strutture a telaio in c.a. con tamponature Norme Tecniche per le Costruzioni

7.2.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI "SECONDARI" ED ELEMENTI NON STRUTTURALI

Gli effetti dell'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale possono essere determinati applicando agli elementi detti una forza orizzontale F_a definita come segue:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a \quad (7.2.1)$$

dove

F_a è la forza sismica orizzontale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole;

W_a è il peso dell'elemento;

S_a è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1)

q_a è il fattore di struttura dell'elemento.

In assenza di specifiche determinazioni, per q_a si possono assumere i valori riportati in Tab. 7.2.I.

In mancanza di analisi più accurate S_a può essere calcolato nel seguente modo:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z/H)}{1 + (1 - T_s/T_1)^2} - 0,5 \right] \quad (7.2.2)$$

7.2.3. CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI SECONDARI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI

La domanda sismica sugli elementi non strutturali può essere determinata applicando loro una forza orizzontale F_a definita come segue:

$$F_a = (S_s \cdot W_s) / q_s \quad [7.2.1]$$

dove

F_a è la forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale, nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;

S_s è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento non strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1);

W_s è il peso dell'elemento;

q_s è il fattore di comportamento dell'elemento.

In assenza di specifiche determinazioni, per S_s e q_s può farsi utile riferimento a documenti di comprovata validità.

NTC2008
DM 18 gennaio 2008

VS

NTC2018
DM 17 febbraio 2018



Norme Tecniche per le Costruzioni

27/41

Progettazione di strutture a telaio in c.a. con tamponature Norme Tecniche per le Costruzioni

7.3.7 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

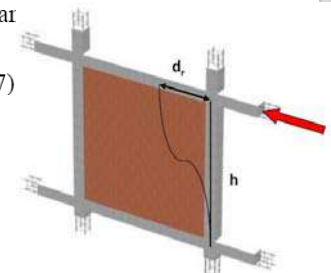
7.3.7.2 Verifiche degli elementi strutturali in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali

- a) per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa

$$d_t < 0,005 \cdot h \quad (7.3.16)$$

- b) per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti di interpiano d_{tp} , per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura:

$$d_t \leq d_{tp} \leq 0,01 \cdot h \quad (7.3.17)$$



NTC2008
DM 18 gennaio 2008

VS

NTC2018
DM 17 febbraio 2018

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

7.3.6.1 ELEMENTI STRUTTURALI (ST) - VERIFICHE DI RIGIDEZZA (RIG)

Per le CU I e II ci si riferisce allo SLD (v. Tab. 7.3.III) e deve essere:

- a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$qd_t \leq 0,0050 \cdot h \quad \text{per tamponature fragili} \quad [7.3.11a]$$

$$qd_t \leq 0,0075 \cdot h \quad \text{per tamponature duttili} \quad [7.3.11b]$$

- b) per tamponature progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano d_{tp} , per effetto della loro deformabilità intrinseca oppure dei collegamenti alla struttura:

$$qd_t \leq d_{tp} \leq 0,0100 \cdot h \quad [7.3.12]$$

Per le **CU III e IV** ci si riferisce allo **SLO** (v. Tab. 7.3.III) e gli spostamenti d'interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti indicati.



Norme Tecniche per le Costruzioni

28/41

Progettazione di strutture a telaio in c.a. con tamponature Norme Tecniche per le Costruzioni

NTC2008
DM 18 gennaio 2008

7.3.6.3 Verifiche degli elementi non strutturali e degli impianti

Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della F_a (v. § 7.2.3) corrispondente allo SLV .

vs**NTC2018**
DM 17 febbraio 2018

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

7.3.6.2 ELEMENTI NON STRUTTURALI (NS) VERIFICHE DI STABILITÀ (STA)

VERIFICHE DI STABILITÀ (STA)

Per gli elementi non strutturali devono essere adottati magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della F_a (v. § 7.2.3) corrispondente allo SL e alla CU considerati.

"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Roma, 4 Ottobre 2018

R&S per l'evoluzione normativa

Entrambe le versioni delle NTC non forniscono indicazioni su come valutare la **capacità** (resistenza) delle pareti di tamponamento.

Report 2017/02 Eucentre: Prestazione antisismica dei tamponamenti in laterizio

✓ riferimenti alle nuove NTC2018



EXPERIMENTAL AND NUMERICAL SEISMIC PERFORMANCE
OF STRONG CLAY MASONRY INFILLS
In appendix: guideline proposal for seismic design of masonry infills

Paolo Morandi

University of Pavia and EUCENTRE, Italy

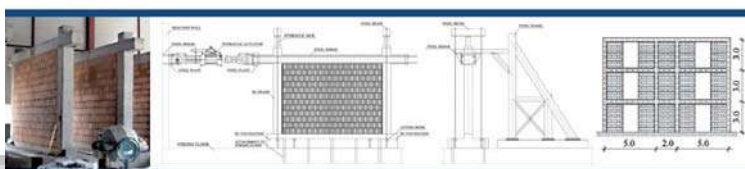
Sanja Hak

University of Zagreb and EUCENTRE, Italy

Guido Magenes

University of Pavia, EUCENTRE and IUSS Pavia, Italy

Research Report 2017/02



"COSTRUZIONI DI MURATURA"

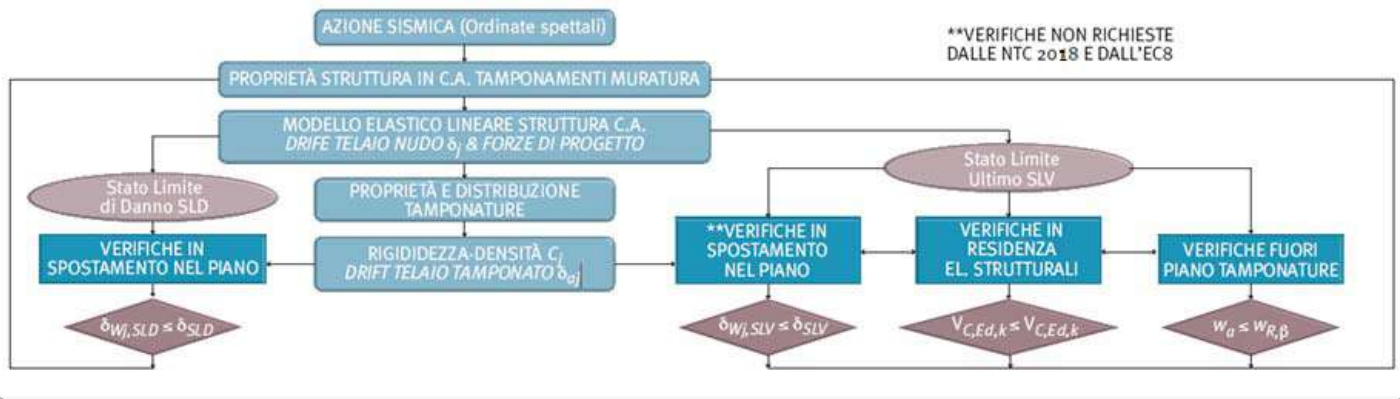
Ricerca Eucentre e "Raccomandazione per la progettazione delle tamponature"

Report 2017/02 Eucentre: **Prestazione antisismica dei tamponamenti in laterizio**

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL SEISMIC PERFORMANCE OF STRONG CLAY MASONRY INFILLS
In appendix: guideline proposal for seismic design of masonry infills

Procedura per le **verifiche di sicurezza**:

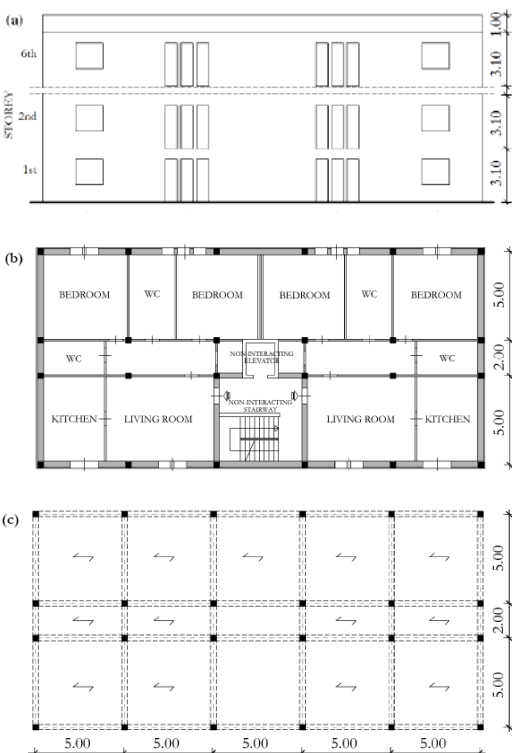
- una **valutazione degli spostamenti** effettivi sulla struttura tamponata che include il contributo in **rigidezza** e **resistenza** delle murature, attraverso un **nuovo parametro "densità-rigidezza"**;
- un criterio semplificato per il calcolo della **resistenza fuori piano** del pannello murario con l'introduzione di un **"coefficiente riduttivo della resistenza"** che tiene conto dell'eventuale danneggiamento nel piano della muratura.



"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Roma, 4 Ottobre 2018

Report 2017/02 Eucentre: **Prestazione antisismica dei tamponamenti in laterizio**



Caratteristiche geometriche, fisiche e meccaniche della parete non strutturale in LATERIZIO

$h_w =$	2,7 m	$\gamma_w =$	9 kN/m ³	$E_w =$	3660 MPa = 3660000 kN/m ²	
$t_w =$	0,3 m	55%	$m_w =$	0,275 ton	$f_d =$	3,66 MPa
$L_w =$	1 m		$I_w =$	0,00225 m ⁴		

NTC 2008:

Forza sismica orizzontale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole

$$F_a = (S_a W_a) / q_a \quad (7.2.1)$$

Peso della parete:	$W_a =$	7,29 kN		
Fattore di struttura:	$q_a =$	2	$F_a =$	2,33 kN = 232,60 kg
	$S_a =$	0,638	$w_a =$	0,861 kN/m ² pressione agente

Accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z/H)}{1 + (1 - T_3/T_1)^2} - 0,5 \right] \quad (7.2.2)$$

$S =$	1	coefficiente di amplificazione sismica locale, tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche
$\alpha = a_g/g =$	0,25	rapporto tra l'accelerazione massima del terreno ag su sottosuolo tipo A da considerare nello sl e l'accelerazione di gravità,
$Z =$	17,05 m	quota della parete
$H =$	18,60 m	altezza dell'edificio
$T_a =$	0,03 s	periodo di vibrazione della parete
$T_1 =$	0,45 s	periodo di vibrazione dell'edificio
$T_a = \frac{2h_w^2}{\pi} \sqrt{\frac{m_w}{E_w I_{wy}}}$		(per pareti incernierate alle estremità)
$T_1 = C_T H^{3/4}$		
$C_T =$	0,075	per strutture in c.a.
$C_T =$	0,05	raccomandato Pinho and Crowley

Verifica FUORI PIANO

Hp: meccanismo di rottura della parete ad "arco"

$$w_R = \frac{8M_R}{L_w h_w^2} = 0,72 \left(\frac{t_w}{h_w} \right)^2 f_d$$

$w_R =$ 32,533 kN/m² pressione resistente
Pannello non danneggiato nel piano

Coef. di riduzione della resistenza "fuori piano" per effetto del danneggiamento nel piano implementato con la teoria teorica dell'UNIPZ (strettamente legato alla densità dei tamponamenti)	$\beta =$	0,4	$\beta w_R =$	13,013 kN/m ²	$w_a =$	0,861 kN/m ²
						nessuna espulsione fuori piano!

"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Report 2017/02 Eucentre: **Prestazione antisismica dei tamponamenti in laterizio**

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL SEISMIC PERFORMANCE OF STRONG CLAY MASONRY INFILLS
In appendix: guideline proposal for seismic design of masonry infills

Predimensionamento semplificato dei tamponamenti

Tabella 3.6. Valori di snellezza massima $\lambda_{max,a}$ per pareti di tamponamento monostrato in soluzione "robusta"

$\lambda_{max,a}$	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
0.050	27.8	26.4	25.2	24.2	23.2	22.4	21.7	21.0	20.4	19.8
0.075	22.7	21.6	20.6	19.7	19.0	18.3	17.7	17.1	16.6	16.2
0.100	19.6	18.7	17.8	17.1	16.4	15.8	15.3	14.8	14.4	14.0
0.125	17.6	16.7	15.9	15.3	14.7	14.2	13.7	13.3	12.9	12.5
0.150	16.0	15.2	14.6	13.9	13.4	12.9	12.5	12.1	11.8	11.4
0.175	14.8	14.1	13.5	12.9	12.4	12.0	11.6	11.2	10.9	10.6
0.200	13.9	13.2	12.6	12.1	11.6	11.2	10.8	10.5	10.2	9.9
0.225	13.1	12.4	11.9	11.4	11.0	10.6	10.2	9.9	9.6	9.3
0.250	12.4	11.8	11.3	10.8	10.4	10.0	9.7	9.4	9.1	8.9
0.275	11.8	11.3	10.7	10.3	9.9	9.6	9.2	9.0	8.7	8.5
0.300	11.3	10.8	10.3	9.9	9.5	9.1	8.8	8.6	8.3	8.1
0.325	10.9	10.4	9.9	9.5	9.1	8.8	8.5	8.2	8.0	7.8
0.350	10.5	10.0	9.5	9.1	8.8	8.5	8.2	7.9	7.7	7.5

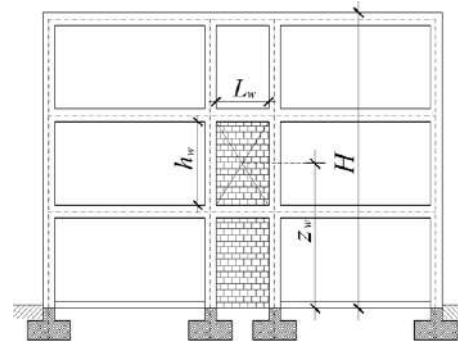
NOTA: per valori non contemplati in tabella è prevista l'interpolazione lineare ma non sono ammesse estrapolazioni

Accelerazione massima del terreno $a_g \cdot S$ del sito allo SLV

Snellezza massima ammissibile $\lambda_{max,a}$

$\lambda_{max,a} = \frac{\text{altezza tamponatura } h_w}{\text{spessore tamponatura } t_w}$

$$\beta_{a,j} = 0.15$$



Report 2017/02 Eucentre: **Prestazione antisismica dei tamponamenti in laterizio**

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL SEISMIC PERFORMANCE OF STRONG CLAY MASONRY INFILLS
In appendix: guideline proposal for seismic design of masonry infills

Le "LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE SISMICA DI TAMPONAMENTI IN MURATURA IN STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO"

proposte da EUCENTRE-UNIPV

sarebbero senz'altro adatte a diventare regole di progetto, colmando così la lacuna normativa riscontrata.

Ideazione, sviluppo, validazione e brevettazione

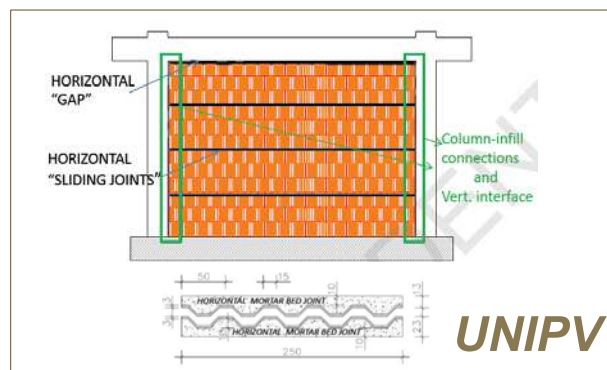
INSYSME

N. 2 Sistemi innovativi di "TAMPONATURA IN MURATURA ANTISISMICA"

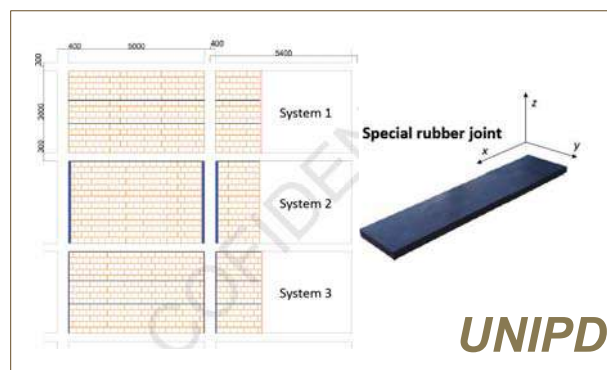
UNIPV = Università di Pavia
Soluzione con "GIUNTI
SCORREVOLI" orizzontali per
mezzo di **profili grecati in plastica**

UNIPD = Università di Padova
Soluzione con "GIUNTI
DEFORMABILI" orizzontali per
mezzo di **gomma speciale**

Entrambi i sistemi possono essere impiegati sia in **costruzioni nuove** sia in quelle **esistenti** che necessitano di sostituzioni di pareti nel post-terremoto o nel caso di interventi di adeguamento sismico.



UNIPV



UNIPD

UNIPD: "giunti deformabili" con gomma speciale

INSYSME

DETTAGLI COSTRUTTIVI E MATERIALI UTILIZZATI NEL SISTEMA

Il sistema prevede l'inserimento di giunti deformabili in gomma all'interno della muratura, che consentono alla parete di **assorbire gli spostamenti** imposti dal telaio quando questo è soggetto ad azioni sismiche, **riducendone al contempo il danneggiamento**.

Developed enclosure system (Task 3.3)



Rubber bed joints (1) are **self-centering**, as they transfer shear forces and are designed to remain in their (hyper) elastic range.



DRES (Damage Reduction Enclosure System)

Enclosure allowing relative displacements:

1. **Special bed rubber joints** have target shear stiffness, reducing shear forces and thus damage on frame and infill, and control the failure mechanism activation. (compression and OoP stiffness are much higher than IP shear stiffness)



2. **Special vertical rubber joints** reduce the inter-storey drift demand on infill and reduce force concentration on frame and infill.

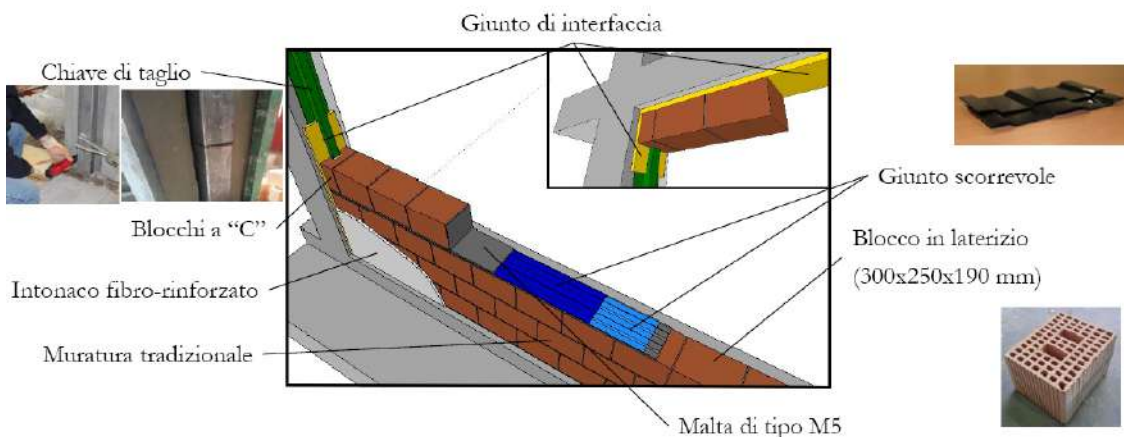


3. **Vertical perforated masonry units 30cm thick** are sufficiently robust to allow masonry to develop an "arch" mechanism under OoP forces, and can bear the shear forces induced by the rubber joints.

UNIPV: "giunti scorrevoli" con profili grecati in plastica

INSYSME

**DETTAGLI COSTRUTTIVI E MATERIALI
UTILIZZATI NEL SISTEMA**



I componenti del sistema sono stati dimensionati per garantire accelerazioni fuori piano agenti sul tamponamento di almeno 3g senza rotture negli elementi.

Il sistema consente di **controllare il danneggiamento** all'interno del corpo murario e **ridurre l'interazione tra il telaio ed il pannello** attraverso l'uso combinato di opportuni giunti scorrevoli inseriti nella muratura di laterizio e di giunti deformabili all'interfaccia tamponatura-telaio.

"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Roma, 4 Ottobre 2018

Attestati dei BREVETTI

European Patent Office
8058 MUNICH
GERMANY

Questions about this communication?
Contact Customer Services at www.epo.org/contact

Di Bernardo, Antonio
Praxi Intellectual Property S.p.A.
Via Mario Pagano, 69/A
20145 Milano
ITALIE

num. domanda: 15203213.2 - 1514 / 3040497

Applicazione/Proprietà:
Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi

Titolo: 15.03.17

Decision to grant a European patent pursuant to Article 97(1) EPC
Following examination of European patent application No. 15203213.2 a European patent with the title and the supporting documents indicated in the communication pursuant to Rule 71(3) EPC (EPO Form 2004C) or in the information (EPO Form 2004W, cf. Notice from the EPO dated 9 June 2015, Cf. EPO 2015, A22) dated 05.01.17 is hereby granted in respect of the designated Contracting States.

Patent No.: 3040497
Date of filing: 30.12.15
Priority claimed: 30.12.14/ITA MI20142294
27.05.16/ITA UB20151365

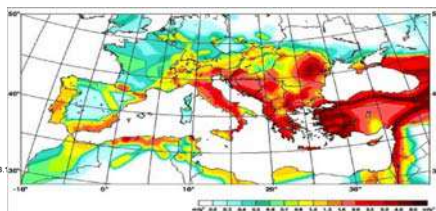
Designated Contracting States and Proprietor(s):
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi
Via A. Torlonia, 15
00161 RomaIT

The decision will take effect on the date on which the European Patent Bulletin mentions the grant (Art. 57(3) EPC).
The mention of the grant will be published in European Patent Bulletin: 17/15 of 12.04.17.

Examining Division: Grefenstue R, Beucher S, Roeborough J

Registered letter
EPO Form 2006B (07.15) (9/2017)

to EPO postal service: 10.03.17
page 1 of 1



Ministero dello Sviluppo Economico
Direzione generale per la lotta alla contraffazione
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

ATTESTATO DI BREVETTO PER INVENZIONE INDI

N. 0001428006

Il presente brevetto viene concesso per l'invenzione della domanda

num. domanda	anno	C.C.I.A.A.	data pres. domand.
002251	2014	MILANO	24/12/2014

TITOLARE/I: ASSOCIAZIONE NAZIONALE DEGLI INDUSTRIALI DEI LATERIZI ROMA

MANDATARIO: DI BERNARDO ANTONIO

INDIRIZZO: PRAXI INTELLECTUAL PROPERTY S.P.A. VIA MARIO PAGANO 69/A 20145 MILANO

TITOLO: TAMPONATURA IN MURATURA ANTISISMICA

INVENTORE/I: MODENA CLAUDIO DA PORTO FRANCESCA CLUIE GIOVANNI VERLATO NICOLÒ



Roma, 31/03/2017

Ministero dello Sviluppo Economico
Direzione generale per la lotta alla contraffazione
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

ATTESTATO DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE

N. 0001428101

Il presente brevetto viene concesso per l'invenzione della domanda sotto specificata:

num. domanda	anno	C.C.I.A.A.	data pres. domand.	classifica
002284	2014	MILANO	30/12/2014	E04H9 02

TITOLARE/I: ASSOCIAZIONE NAZIONALE DEGLI INDUSTRIALI DEI LATERIZI ROMA

MANDATARIO: DI BERNARDO ANTONIO

INDIRIZZO: PRAXI INTELLECTUAL PROPERTY S.P.A. VIA MARIO PAGANO 69/A 20145 MILANO

TITOLO: TAMPONATURA IN MURATURA ANTISISMICA

INVENTORE/I: MAGENIS GUIDO MORANDI PAOLO MILANESI RICCARDO RAIMONDO

12 APR 2017
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi



Roma, 05/04/2017

IL DIRIGENTE
Dr.ssa Lorenzana Guglielmetti

Per entrambe le soluzioni l'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi del MISE ha rilasciato rispettivi attestati di brevetto per invenzione industriale.

Brevetto EUROPEO per tamponatura in muratura a "giunti scorrevoli" e convalida in ITALIA, ROMANIA, GRECIA e TURCHIA: i Paesi a più alto rischio sismico!

"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Roma, 4 Ottobre 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

29/41

Muratura portante

§ 11.10 definisce l'**iter di qualificazione e controllo** degli elementi resistenti (mattoni e blocchi) e delle malte e le procedure di **caratterizzazione meccanica** sia dei *prodotti* base, sia del *sistema muratura* nel suo complesso.

Aggiornamenti introdotti nelle NTC2018

- eliminazione conflitti con gli **standard di prodotto** e le **norme armonizzate europee**
- correzione della definizione di **Categoria I e II** di appartenenza dei blocchi per muratura
- riferimento alle **resistenze normalizzate** (in linea con Eurocodici) oltre alle **caratteristiche**
- esplicitati i **criteri di accettazione in cantiere**, con prove obbligatorie per tutti gli elementi resistenti
- anche per le **malte l'accettazione è obbligatoria**
- specificata la **resistenza a taglio** per la muratura con giunti verticali a secco ed introdotta una tabella più coerente per la stima della resistenza a taglio f_{vk0}

Norme Tecniche per le Costruzioni

30/41

11.10 Muratura portante

11.10.1 ELEMENTI PER MURATURA

Gli elementi per muratura strutturale vanno "identificati" e "qualificati" dal produttore, nello specifico, attraverso il valore di **resistenza a compressione** e ne va definita la **categoria di appartenenza**, secondo la **Marcatura CE**.

Rientrano in **Categoria I**, gli elementi per cui la resistenza a compressione dichiarata - tramite il valore medio f_{bm} (frattile del 50%) o caratteristico f_{bk} (frattile del 95%) - è stimata con una probabilità di insuccesso nel raggiungerla non maggiore del 5% (ovvero, con *livello di confidenza del 95%*).

Gli elementi di **Categoria II** non soddisfano tale condizione.

Novità 2018

SPECIFICA TECNICA EUROPEA DI RIFERIMENTO	CATEGORIA	SISTEMA DI VALUTAZIONE E VERIFICA DELLA COSTANZA DELLA PRESTAZIONE
Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	I	2+
	II	4

Il coefficiente γ_m (4.5.6), adottato nella valutazione della resistenza di progetto, dipende dalla categoria di appartenenza

Norme Tecniche per le Costruzioni

11.1 Generalità

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- *qualificati* sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;

A) materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;

SPECIFICA TECNICA EUROPEA DI RIFERIMENTO	CATEGORIA	SISTEMA DI VALUTAZIONE E VERIFICA DELLA COSTANZA DELLA PRESTAZIONE
Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	I	2+
	II	4



I sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione si distinguono in base alle procedure di controllo della produzione. In entrambi i casi, è il produttore ad eseguire le *prove iniziali di tipo* ma, successivamente, è un ente "terzo", ufficialmente abilitato, a verificare la conformità per il sistema 2+, mentre continua ad essere lo stesso produttore l'unico responsabile per il sistema 4.

Norme Tecniche per le Costruzioni

11.1 Generalità

A) materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE - NP 007CPR

1. Codice di identificazione unico del prodotto-tipo: 007Later
 2. Numero di tipo (s): 007Later
 3. Uso previsto del prodotto da costruzione, conforme a "P1" elemento per uso nella muratura protetta
 4. Nome e indirizzo del fabbricante: "La Società" SpA - Stabilimento di produzione Roma
 Via A. Torlonia, 15 - 00161 Roma Italia
 5. Non applicabile
 6. Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione del prodotto da costruzione: 2+
 7. L'organismo notificato: Organismo di certificazione ed ispezione 9999CPR
 8. Non applicabile
 9. Prestazione dichiarata:

CARATTERISTICHE ESSENZIALI	PRESTAZIONE	SPECIFICA ARMONIZZATA
Dimensioni	Longhezza	450 mm
	Larghezza	250 mm
	Altezza	250 mm
Tolleranza dimensionale		T5+
Range		R3+
Configurazione	Percentuale di vuoti	45%
	Spessore min. setti int.	7 mm
	Spessore min. setti est.	10 mm
	Area foro presa	26 cm ²
	Resistenza a compressione	1
Forza di adesione	Valore medio	13 N/mm ²
	Valore caratteristico	10 N/mm ²
	Valore normalizzato	18 N/mm ²
	Direzione del carico	Perpendicolare alla faccia di posa
Contenuto di sali solubili	Valore tabulato EN 998-2	0,3
Reazione al fuoco	Categoria	S0
Assorbimento d'acqua	Euroclasse	A1
		NPD
Permeabilità al vapore d'acqua	ii	10
Densità secca lorda	Min	800 kg/m ³
	Max	900 kg/m ³
Conducibilità termica	(D _{500K} , P ₃)	0,21 W/mK
Resistenza al gelo-disgelo		F0
Sostanze pericolose		NPD

UNI EN 771-1:2005

Il CPR 305/2011 stabilisce che «quando un prodotto da costruzione rientra nell'ambito di applicazione di una **norma armonizzata** o è conforme a una **valutazione tecnica europea** rilasciata per il prodotto in questione, il fabbricante redige una **dichiarazione di prestazione** all'atto dell'immissione di tale prodotto sul mercato».


10. La prestazione del prodotto di cui ai punti 1 e 2 è conforme alla prestazione dichiarata di cui al punto 9. Si rilascia la presente dichiarazione di prestazione sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante di cui al punto 4.

Norme Tecniche per le Costruzioni

33/41

11.1 Generalità

A) materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marchatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;

 15 9999CPR	Marchio di conformità costituito dal simbolo CE dato nella Direttiva 93/68/EEC
"La Società" SpA - Stabilimento di produzione Roma Via A. Torlonia, 15 - 00161 Roma Italia	Ultime due cifre dell'anno in cui è stata apposta la marchatura CE per la prima volta
UNI EN 771-1:2015 007CPR 007Later P (elemento per muratura "protetta")	Numero di identificazione dell'organismo notificato Nome o marchio identificativo e indirizzo del produttore
Categoria I Dimensioni LxSxH = 450mm x 250mm x 250mm Tolleranze dimensionali: T1+ Resistenza alla compressione: media 13 N/mm ² (facciabase) Stabilità dimensionale, spostamento dovuto all'umidità: NPD Forza di adesione: 0,3 N/mm ² Contenuto di sali solubili attivi: S0 Reazione al fuoco: Euroclasse A1 Assorbimento di acqua: NPD Coefficiente di diffusione del vapore acqueo: $\mu=10$ Densità secca lorda min.: 800 kg/m ³ Conducibilità termica: 0,21 W/mK ($\lambda_{10, dry, unit, P3}$) Durabilità al gelo-disgelo: Fo Sostanze pericolose: NPD	Numero della specifica tecnica armonizzata Numero di riferimento della DoP Codice unico di identificazione del prodotto-tipo Uso previsto Informazioni sulle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione

Etichettatura tipo per la marchatura CE di un elemento in laterizio da muro, ai sensi della UNI EN 771-1.

"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Roma, 4 Ottobre 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

34/41

11.10 Muratura portante

11.10.1.1 PROVE DI ACCETTAZIONE

Novità 2018

Gli elementi per muratura strutturale, oltre ad essere identificati e qualificati dal produttore, devono essere "accettati" dal Direttore dei Lavori, che se ritiene può richiedere eventuali prove sperimentali a supporto secondo i metodi indicati nelle norme armonizzate.

Le **prove di accettazione obbligatorie**, invece, vanno eseguite e certificate presso un laboratorio di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, che verificato lo stato dei provini e la documentazione in caso di anomalie deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I laboratori devono conservare i campioni per almeno 30 gg dopo l'emissione dei certificati, ai fini dell'identificabilità e della rintracciabilità.

"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Roma, 4 Ottobre 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

35/41

Novità 2018

11.10 Muratura portante

11.10.1.1 RESISTENZA A COMPRESSIONE DEGLI ELEMENTI RESISTENTI

Il controllo di accettazione degli elementi per muratura viene differenziato in considerazione delle due **categorie di appartenenza**, individuando in tal modo la dimensione minima per il campionamento.

Andrà quindi prelevato almeno **un campione** per ogni:

- ✓ 350 m³ di fornitura, per gli elementi di **Categoria II**;
- ✓ 650 m³ di fornitura, per gli elementi di **Categoria I**.

Mentre, le condizioni da soddisfare si declinano con riferimento allo specifico parametro prestazionale dichiarato dal produttore ovvero al **valore medio o caratteristico della resistenza a compressione**



Esecuzione di prova a compressione su un elemento in laterizio con carico nella direzione \perp al piano di posa.

Norme Tecniche per le Costruzioni

36/41

Novità 2018

11.10 Muratura portante

11.10.1.1 RESISTENZA A COMPRESSIONE DEGLI ELEMENTI RESISTENTI

Ogni **campione** è costituito da **n elementi** con **$n \geq 6$** e **$f_1 < f_2 < \dots < f_n$**

- Dichiarata la **resistenza media a compressione f_{bm}**

Il controllo si considera positivo se risultano verificate le disequaglianze:

$$(f_1 + f_2 + \dots + f_n) / n \geq f_{bm}$$

$$f_1 \geq 0,80 f_{bm}$$

- Dichiarata la **resistenza caratteristica a compressione f_{bk}**

Il controllo si considera positivo se risultano verificate le disequaglianze:

$$f_1 \geq f_{bk}$$

La norma **UNI EN 772-1** è lo standard di riferimento per le prove di determinazione della resistenza a compressione degli elementi per muratura.

Norme Tecniche per le Costruzioni

37/41

11.10 Muratura portante

11.10.2 MALTE PER MURATURA

Tab. 11.10.V - Corrispondenza tra classi di resistenza e composizione in volume delle malte

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	–	–	1	3	–
M 2,5	Pozzolonica	–	1	–	–	3
M 2,5	Bastarda	1	–	2	9	–
M 5	Bastarda	1	–	1	5	–
M 8	Cementizia	2	–	1	8	–
M 12	Cementizia	1	–	–	3	–

Tab. 11.10.II - Classi di malte a prestazione garantita

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d

d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm² dichiarata dal fabbricante

Tab. 11.10.IV

Specifica Tecnica Europea di Riferimento	Uso Previsto	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali e non	4

Tab. 11.10.III

Specifica Tecnica Europea di Riferimento	Uso Previsto	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

Novità 2018

11.10.2.4 Prove di accettazione

Il Direttore dei Lavori deve far eseguire prove di accettazione sulle malte, secondo quanto di seguito indicato.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e prevede il campionamento di almeno 3 provini prismatici 40 x 40 x 160 mm ogni 350 m³ di muratura realizzata con la stessa miscela nel caso di malte a composizione prescritta o prodotte in cantiere, oppure ogni 700 m³ di muratura realizzata con la stessa miscela nel caso di malte a prestazione garantita, da sottoporre a flessione, e quindi a compressione sulle 6 metà risultanti, secondo quanto indicato nella norma UNI EN 1015-11:2007. Il valore medio delle resistenze a compressione misurate deve risultare maggiore o uguale del valore di progetto.

Norme Tecniche per le Costruzioni

38/41

11.10.3. Determinazione dei parametri meccanici della muratura

11.10.3.1.1 Determinazione sperimentale della resistenza a compressione

11.10.3.2.1 Determinazione sperimentale della resistenza a taglio

Viene esplicitato il riferimento alle norme UNI EN serie 1052:

- parte 1 per la resistenza a compressione;



Prove di compressione monoassiale

- parte 3 e parte 4 per la resistenza a taglio in assenza di tensioni normali. In alternativa alle prove su triplete, è possibile eseguire prove a compressione diagonale su n campioni ($n \geq 6$)



Prove su triplete



Prove di compressione diagonale

Novità 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

39/41

11.10.3. Determinazione dei parametri meccanici della muratura

11.10.3.1.2 Stima della resistenza a compressione

In assenza di prove sperimentali è possibile - per limitate condizioni (giunti riempiti, di spessore tra 5 e 15 mm) - usare le tabelle, che in funzione della classe di malta indicano il valore di resistenza a compressione della muratura.

Le NTC2018 introducono il riferimento alle espressioni del **§ 3.6 dell'EN 1996-1-1** basate sul tipo di blocco e della sua resistenza a compressione normalizzata f_b , della tipologia dei giunti di malta e della sua resistenza a compressione.

$$f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta \quad (3.1)$$

dove:

f_k è la resistenza caratteristica a compressione, espressa in Newton al millimetro quadrato;

K è una costante e, dove pertinente, è modificata secondo il punto 3.6.1.2(3) e/o il punto 3.6.1.2(6);

α, β sono costanti;

f_b è la resistenza media a compressione normalizzata degli elementi, nella direzione dei carichi applicati, espressa in Newton al millimetro quadrato;

f_m è la resistenza a compressione della malta, espressa in Newton al millimetro quadrato.

Novità 2018

"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Roma, 4 Ottobre 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

40/41

11.10.3. Determinazione dei parametri meccanici della muratura

11.10.3.2.2 Stima della resistenza a taglio

Nuova tabella in funzione del tipo di blocco e del tipo di malta (ordinaria, per strati sottili, alleggerita) e della classe di resistenza, ampliando dunque le casistiche utilizzabili rispetto alle NTC 2008, che sono limitate solo alla muratura ordinaria di blocchi con percentuale di foratura inferiore o uguale al 45%.

Novità 2018

Tab. 11.10.VIII - Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali f_{vk0} (valori in N/mm²)

Elementi per muratura	f_{vk0} (N/mm ²)		
	Malta ordinaria di classe di resistenza data	Malta per strati sottili (giunto orizzontale $\geq 0,5$ mm e ≤ 3 mm)	Malta alleggerita
Laterizio	M10 - M20 0,30	0,30*	0,15
	M2,5 - M9 0,20		
	M1 - M2 0,10		
Silicato di calcio	M10 - M20 0,20	0,20**	0,15
	M2,5 - M9 0,15		
	M1 - M2 0,10		
Calcestruzzo vibrocompresso Calcestruzzo areato autoclavato Pietra artificiale e pietra naturale a massello	M10 - M20 0,20	0,20**	0,15
	M2,5 - M9 0,15		
	M1 - M2 0,10		

* valore valido per malte di classe M10 o superiore e resistenza dei blocchi $f_{bk} \geq 5,0$ N/mm²

** valore valido per malte di classe M5 o superiore e resistenza dei blocchi $f_{bk} \geq 3,0$ N/mm²

Nel caso di:

- giunti orizzontali riempiti di malta e **giunti verticali non riempiti**, i valori della tabella vanno dimezzati
- **letto di malta interrotto**, vanno ridotti i valori di f_{vk0} secondo quanto indicato nell'EC6

"COSTRUZIONI DI MURATURA"

Roma, 4 Ottobre 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

41/41

11.10.3. Determinazione dei parametri meccanici della muratura

11.10.3.3 RESISTENZA CARATTERISTICA A TAGLIO

In presenza di tensioni di compressione, la resistenza caratteristica a taglio della muratura, f_{vk} , è definita come resistenza all'effetto combinato delle forze orizzontali e dei carichi verticali agenti nel piano del muro e può essere ricavata tramite la relazione

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \sigma_n \quad [11.10.4]$$

dove:

f_{vk0} è la resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;

σ_n è la tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica.


Deve risultare inoltre soddisfatta la relazione

$$f_{vk} \leq f_{vk,lim} \quad [11.10.5]$$

con:

$f_{vk,lim}$ valore massimo della resistenza caratteristica a taglio che può essere impiegata nel calcolo;

Il valore massimo della resistenza caratteristica a taglio si pone pari a:


$$f_{vk,lim} = 0,065 f_b \quad [11.10.6]$$

ad eccezione degli elementi pieni in calcestruzzo aerato autoclavato e di tutti gli elementi caratterizzati da una resistenza a trazione (misurata in direzione orizzontale parallelamente al piano di posa) maggiore o uguale a $0,2 f_b$, per i quali si pone:

$$f_{vk,lim} = 0,10 f_b \quad [11.10.7]$$

dove f_b è la resistenza normalizzata a compressione verticale dei blocchi valutata secondo le norme armonizzate della serie UNI EN 771. I valori di $f_{vk,lim}$ sopra riportati sono relativi a muratura con giunti verticali riempiti di malta. Nel caso di giunti orizzontali riempiti di malta e giunti verticali non riempiti, ma con le facce adiacenti degli elementi di muratura poste in contatto l'una dell'altra, si adotta $f_{vk,lim} = 0,045 f_b$.

Novità 2018

Limiti coerenti con l'EC6 e in linea con le risultanze sperimentali!

Norme Tecniche per le Costruzioni

BIBLIOGRAFIA:

❖ *Paolo Morandi, Guido Magenes (2017) Le murature strutturali nelle nuove NTC - Costruire in Laterizio n.171, p.60/69* <http://www.laterizio.it/cil/normative/360-le-murature-strutturali-nelle-nuove-ntc.html>

❖ *Alfonsina Di Fusco (2016) La muratura non strutturale nella revisione delle NTC - Costruire in Laterizio n.166, p.52/60* <http://www.laterizio.it/cil/normative/251-la-muratura-non-strutturale-nella-revisione-delle-ntc.html>

❖ *Alfonsina Di Fusco (2017) Standard per la resistenza a compressione - Laterizi d'Italia n.3, p.27/31* http://www.andil.it/images/ANDIL/LIT/3_2017/NO_LIT3_Resistenza_compressione.pdf

❖ *Alfonsina Di Fusco (2017) Norma di prodotto UNI EN 771-1:2015 - Laterizi d'Italia n.3, p.22/26* http://www.andil.it/images/ANDIL/LIT/3_2017/NO_LIT3_771.pdf



Corso di aggiornamento

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018

Verifiche delle strutture - Controlli in cantiere - Valutazione dei progetti

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

ANDIL Associazione Nazionale degli Industriali dei Laterizi

Via A. Torlonia, 15 - 00161 ROMA - tel. +39.06.44236926

www.laterizio.it www.andil.it

Ing. Alfonsina Di Fusco
a.difusco@laterizio.it

Roma, 4 Ottobre 2018

COSTRUZIONI IN ACCIAIO

CENNI DI PROGETTAZIONE E CONTROLLO

MONICA ANTINORI, FONDAZIONE PROMOZIONE ACCIAIO

Laureata in Ingegneria Civile all'Università di Padova. Responsabile dell'ufficio tecnico presso la Fondazione Promozione Acciaio. Progettista strutturista con competenze in progettazione di strutture in cemento armato, legno e acciaio per l'edilizia privata e pubblica; redazione di specifiche tecniche; calcolo di fondazioni particolari; verifiche sismiche; verifiche di fessurazione di opere idrauliche; fondazioni speciali per macchine vibranti; progetti di opera di presa e canali di circolazione d'acqua in c.a.; opere d'arte stradali.

Roma, 4 Ottobre 2018

**VERIFICA DELLE STRUTTURE,
CONTROLLO IN CANTIERE E
VALUTAZIONE DEI PROGETTI**
Le novità delle Norme Tecniche per le
Costruzioni 2018

**COSTRUZIONI IN ACCIAIO: CENNI DI PROGETTAZIONE E
CONTROLLO**

Ing. Monica Antinori

Responsabile Ufficio Tecnico Fondazione Promozione Acciaio

WWW.PROMOZIONEACCIAIO.IT

Fondazione
Promozione Acciaio

VERIFICA DELLE STRUTTURE, CONTROLLO IN CANTIERE E VALUTAZIONE DEI PROGETTI
COSTRUZIONI IN ACCIAIO: CENNI DI PROGETTAZIONE E CONTROLLO

Roma, 4 Ottobre 2018

COSTRUIRE IN ACCIAIO: Il materiale Acciaio, Prodotti

**La filiera dell'acciaio nelle
costruzioni**



PRODUTTORI

**CENTRI DI TRASFORMAZIONE E
DI DISTRIBUZIONE**

**OFFICINA DI
CARPENTERIA METALLICA**

CANTIERE

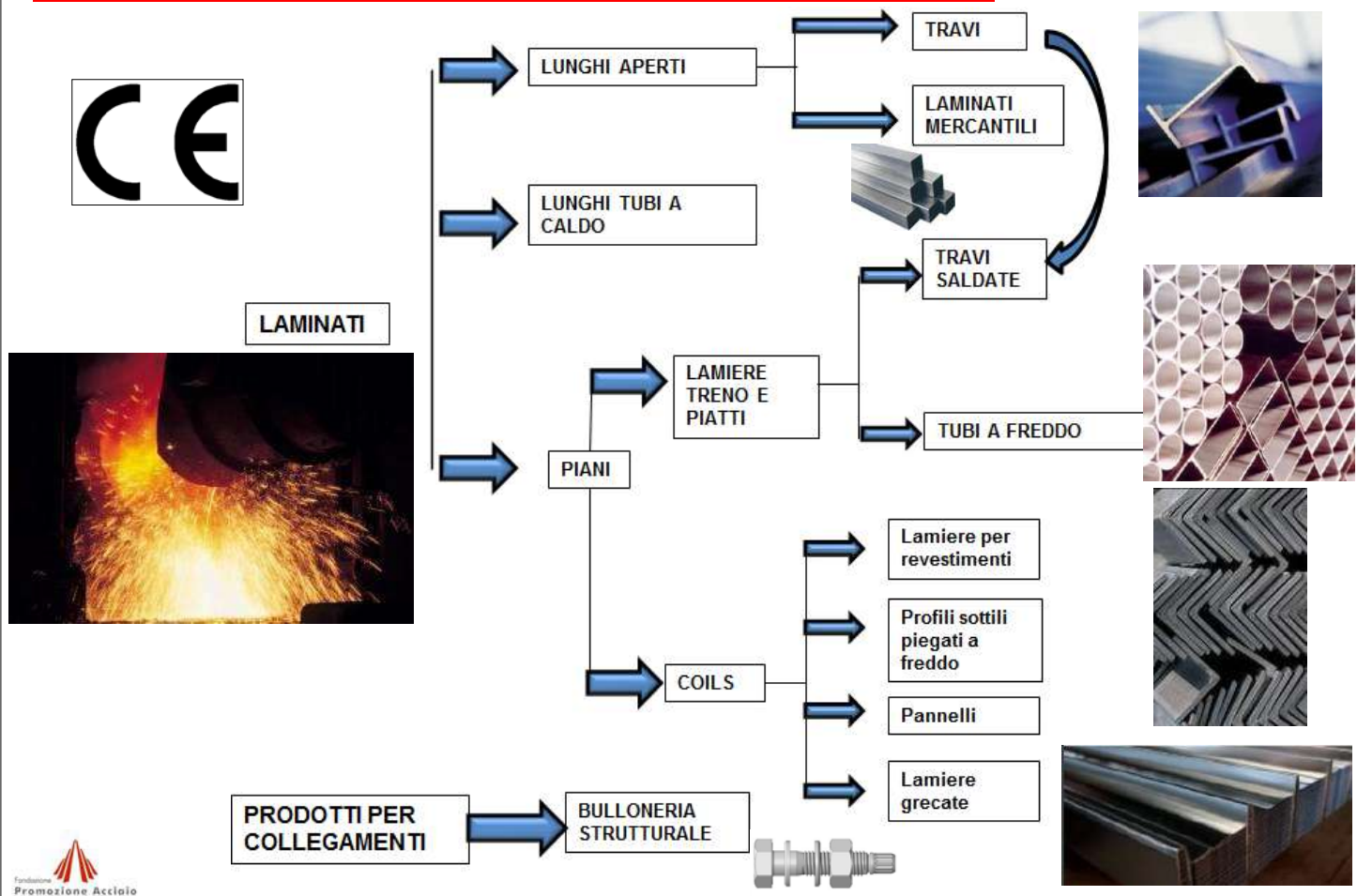
COLLAUDATORI

PROGETTISTI

DIRETTORI
LAVORI

**RINTRACIABILITA' =
SICUREZZA**

COSTRUIRE IN ACCIAIO: Il materiale Acciaio, Prodotti



PRINCIPALI NORMATIVE DI PRODOTTO PER L'ACCIAIO STRUTTURALE



**NORME ARMONIZZATE DEI PRODOTTI IN
ACCIAIO PER LA COSTRUZIONE:
MARCATURA CE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO**

<input type="checkbox"/> EN 10025-1:2004	EN 10025-1:2004 - Hot rolled products of structural steels - Part 1: General technical delivery conditions	01/09/2005	01/09/2006
<input type="checkbox"/> EN 10088-4:2009	EN 10088-4:2009 - Stainless steels - Part 4: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for construction purposes	01/02/2010	01/02/2011
<input type="checkbox"/> EN 10088-5:2009	EN 10088-5:2009 - Stainless steels - Part 5: Technical delivery conditions for bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for construction purposes	01/01/2010	01/01/2011
<input type="checkbox"/> EN 10210-1:2006	EN 10210-1:2006 - Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels - Part 1: Technical delivery conditions	01/02/2007	01/02/2008
<input type="checkbox"/> EN 10219-1:2006	EN 10219-1:2006 - Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels - Part 1: Technical delivery conditions	01/02/2007	01/02/2008

**NORME ARMONIZZATE DEI PRODOTTI IN
ACCIAIO PER LA COSTRUZIONE:
MARCATURA CE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO**

<input type="checkbox"/> EN 14399-1:2005	EN 14399-1:2005 - High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 1: General requirements	01/01/2006	01/10/2007
<input type="checkbox"/> EN 15048-1:2007	EN 15048-1:2007 - Non-preloaded structural bolting assemblies - Part 1: General requirements	01/01/2008	01/10/2009

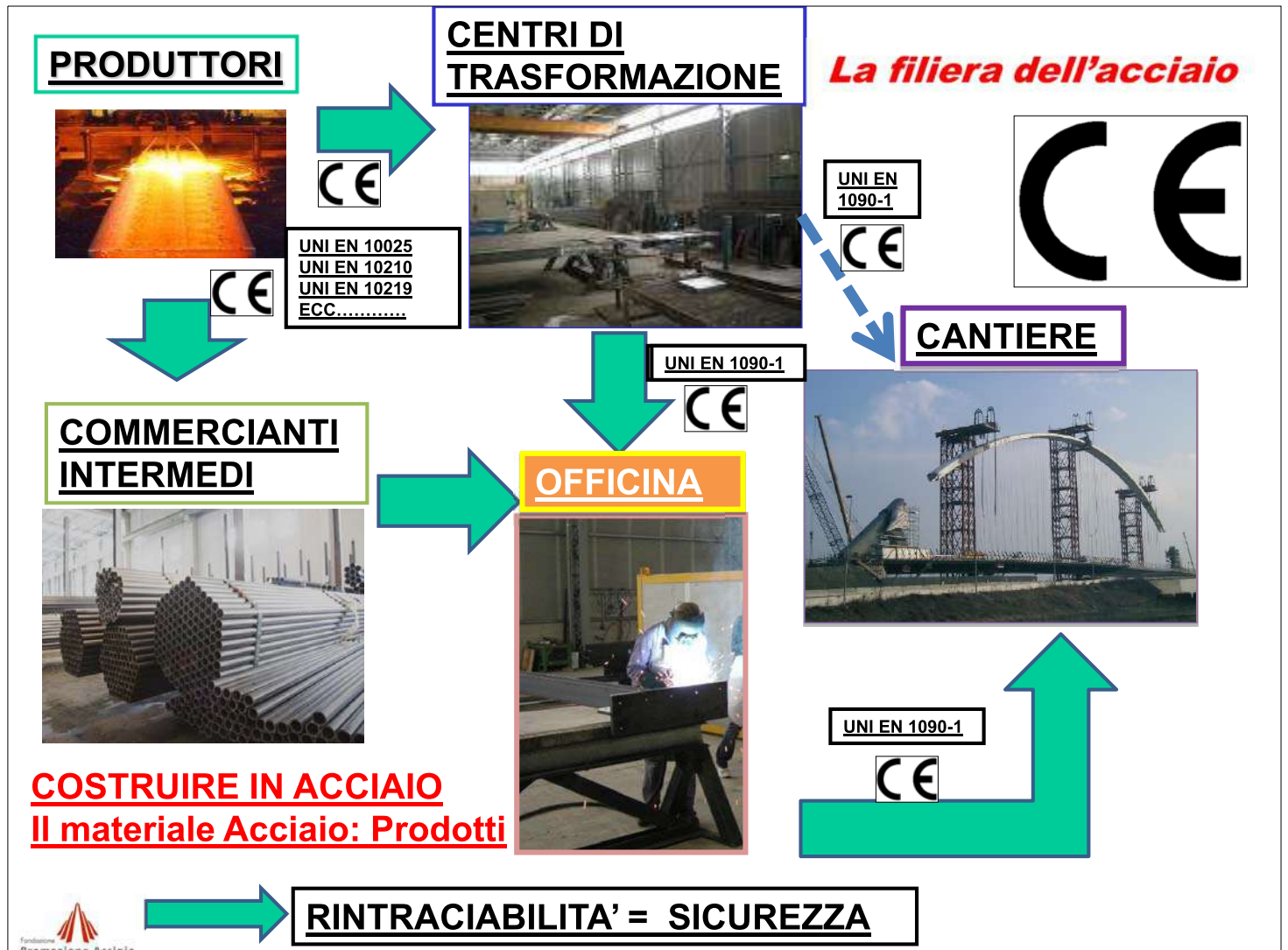
<input type="checkbox"/> EN 14509:2013 (all) EN 14509:2013 (art 46)	EN 14509:2013 - Self-supporting double skin metal faced insulating panels — Factory made products — Specifications	08/08/2014	08/08/2015
--	--	------------	----------------------------

**NORME ARMONIZZATE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO PER LA COSTRUZIONE:
 MARCATURA CE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO**

Code	Description ▲	Applicability date (1)	Co-existence period end date (2)
EN 1090-1:2009	EN 1090-1:2009 - EN 1090-1:2009 Execution of steel structures and aluminium structures - Part 1: Requirements for conformity assessment of structural components	01/01/2011	01/07/2014
EN 1090-1:2009+A1:2011	EN 1090-1:2009+A1:2011 - EN 1090-1:2009+A1:2011 Execution of steel structures and aluminium structures - Part 1: Requirements for conformity assessment of structural components	01/09/2012	01/07/2014



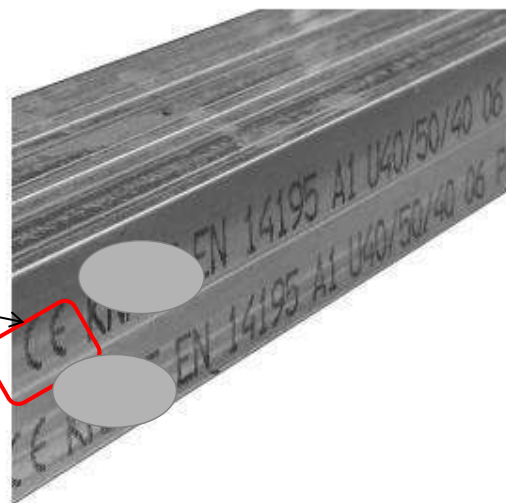
Fondazione Promozione Acciaio



NORME ARMONIZZATE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO PER LA COSTRUZIONE:

MARCATURA CE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO

- **N.B.** La **marcatura CE** del prodotto è apposta solo sui prodotti da costruzione per i quali il fabbricante **ha redatto una dichiarazione di prestazione (DOP)** conformemente agli articoli 4 e 6....



DOP + MARCATURA CE

NORME ARMONIZZATE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO PER LA COSTRUZIONE: IL CPR MARCATURA CE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO



La Dichiarazione di Prestazione «DOP»

- per i prodotti che seguono il percorso CEN (Norma armonizzata di riferimento o ETA) si deve dichiarare la prestazione di almeno una delle caratteristiche essenziali.
- le informazioni si trovano nell'allegato ZA della norma armonizzata. Il produttore deve archiviare la documentazione **per almeno dieci anni** dopo l'ultima vendita di questo tipo di prodotto.
- se i prodotti vengono venduti in altri paesi dell'UE è necessario tradurre la dichiarazione di prestazione **in tutte le lingue richieste dagli Stati membri** in cui il prodotto verrà venduto.
- se si garantisce che la DOP potrà rimanere accessibile in forma immutata nell'arco dei dieci anni prescritti, sul sito WEB del produttore e se nel marchio CE viene inserito un link al documento non è necessario allegare la DOP al prodotto.



ACCIAIO FELICE

**NORME ARMONIZZATE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO PER LA
COSTRUZIONE:
IL CPR
MARCATURA CE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO, ESEMPIO DOP**

Dichiarazione di Prestazione
(in accordo al regolamento UE No 305/2011)

No. AMEB-2/01-CPR-13-1

- 1) Codice tipologia del prodotto: **1.0038**
2) Tipo: **Sections/Bars S235JR secondo EN 10025-2**
Usò o usi previsti del prodotto da costruzione, conformemente alla relativa specifica tecnica armonizzata, come previsto dal fabbricante:
Da utilizzarsi per strutture saldate, bullonate o rivettate

3) **ACCIAIO FELICE**

VIA xxxxx-
Italia
Telefono 1111111

Sistema o sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione del prodotto da costruzione:
Sistema 2+

L'organismo di certificazione No. 0799 KIT abilitato al controllo di produzione aziendale ha provveduto all'ispezione iniziale dello stabilimento di produzione e del sistema di controllo, di supervisione, di valutazione e di classificazione della produzione, e pertanto rilascia il certificato di conformità al sistema di controllo della produzione aziendale.

La prestazione del prodotto di cui ai punti 1 e 2 è conforme alla prestazione dichiarata in tabella.

Si rilascia la presente dichiarazione di prestazione sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante di cui al punto 3.
Firmato a nome e per conto di:

Site Manager Esch-Belval Quality Manager

Data: 01.07.2013

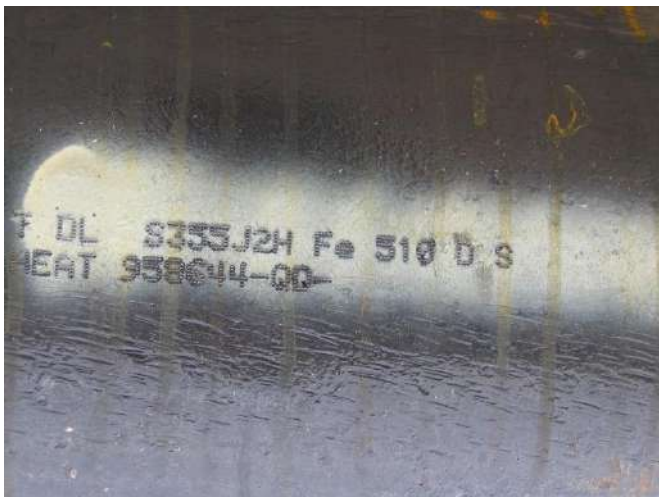
Caratteristiche essenziali		Prestazione		Specifiche tecniche armonizzate
Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma	Angolari	EN10056-2		
	Profili I e H	EN 10034		
	Profili I ad ali inclinate	EN 10024		
	UPE, UPN	EN 10279		
	Piatti / Quadri / Tondi / Profili T	EN 10058/EN 10059/EN 10060/EN 10055		
Limite elastico minimo	Spessore nominale (mm)		Valori (MPa)	
	>	≤	min	
		16	235	
		16	40	225
		40	63	
		63	80	215
		80	100	
	100	140	195	
Resistenza allo snervamento	Spessore nominale (mm)		Valori (MPa)	
	>	≤	min max	
	≤3	100	360 510	
	100	140	350 500	
Allungamento	Spessore nominale (mm)		Valori (%)	
	>	≤	min	
	≤3	40	26	
		40	63	25
		63	100	24
		100	140	22
Resilienza	Spessore nominale (mm)		Valori (J)	
	>	≤	min	
		140	27 a +20°C	
Saldabilità	Spessore nominale (mm)		Valori (%)	
	>	≤	max	
		30	0.35	
		40	0.35	
		40	140	0.38
Durabilità (Composizione chimica)	Spessore nominale (mm)		Valori (%)	
	>	≤	max	
		140	C* : 0,17 Cu : 0,55	
			Mn : 1,40 S : 0,040	
		P : 0,040 N** : 0,012		

EN 10025-1:2004

EN 10025-1



**NORME ARMONIZZATE DEI PRODOTTI IN
ACCIAIO PER LA COSTRUZIONE:
IL CPR
MARCATURA CE DEI PRODOTTI IN ACCIAIO**



EN 10210

FERRO CAIO

C/P : 1252818/010
Fascio : 000008

Or N1000/10023215/12
Diam. **42,40 mm**
Spess. **4,50 mm**
Colata **237743**
Norma **EN 10210**
Acc. **T91**
Pezzi **28**
Lungh. **330,46 m**
Peso **1609 Kg**
N.da-a **400-427**
Cliente **PIPPO**
Comm.

CE FAPI-LQ
19.03.2008
MADE IN ITALY



CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI STRUTTURALI: CLASSIFICAZIONE E DENOMINAZIONE DELL'ACCIAIO PER COSTRUZIONI IN CARPENTERIA METALLICA



UNI EN 10027-1:2006 – Sistema di designazione degli acciai (EN 10027-1:2005 – Designation systems for steels-Part 1: Steel names) Parte 1: Designazione simbolica.

Simbolo principale

S = acciaio strutturale

Caratteristiche meccaniche:

Carico di snervamento minimo in Mpa

Indicazione relativa alla energia di resilienza:

J = energia min. 27 J

K = energia min. 40 J

Indicazione relativa alla resilienza
(temperatura di prova)

R = temperatura di prova +20°C

0 = temperatura di prova 0°C

2 = temperatura di prova -20°C

4 = temperatura di prova -40°C

L = temperatura di prova -40°C (Q), -50°C (N/M),

L1 = temperatura di prova -60°C

COSTRUIRE IN ACCIAIO:

Il materiale Acciaio:

Classificazione e denominazione

S **355** **J** **0** **+(C)+M**

Condizioni di fornitura:

+AR = grezzo di laminazione (As Rolled)

+ N = laminazione Normalizzata

+ M = laminazione TermoMeccanica

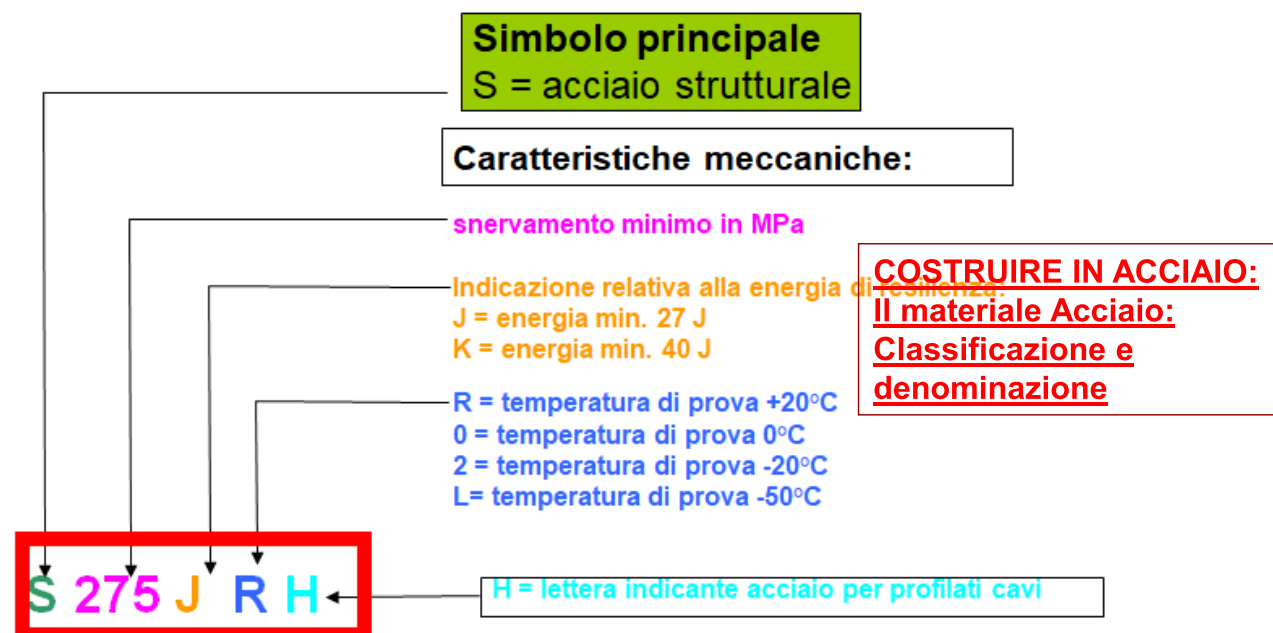
+ Q =acciaio ad alto limite di snervamento,
bonificato

+ W =acciaio con resistenza migliorata alla
corrosione atmosferica.

Simbolo relativo al particolare impiego
strutturale

ESEMPIO 1-Prodotti laminati
a caldo di acciai per impieghi
strutturali-

ESEMPIO 2-Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali profili cavi formati a caldo da acciaio laminato a caldo non legato



NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni





NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni



- Pubblicazione del Decreto 17 gennaio 2018 in Gazzetta Ufficiale n°42 del 20/02/18
- Entrate in vigore delle Nuove Norme Tecniche 22 marzo 2018
- Le attuali norme non stravolgono le NTC del 2008, fanno un ampio riferimento agli Eurocodici e riprendono quanto già fatto in precedenza, specificando meglio alcune parti.
- A corredo delle Norme si aggiungerà la circolare (estate 2018), riportante le istruzioni applicative, che costituirà assieme ad esse il riferimento da seguire nel progetto, nell'esecuzione e nel collaudo delle costruzioni in Italia.
- Il panorama normativo si completerà, infine, con la pubblicazione degli Annessi Tecnici nazionali agli Eurocodici (fine 2018 o 2019);
- La novità più interessante riguarda la progettazione antisismica, dove sono state inseriti importanti chiarimenti di carattere generale.
- Tra le novità introdotte spiccano la semplificazione delle regole per la messa in sicurezza degli edifici esistenti e gli interventi di miglioramento presenti al capitolo 8. Ricorrendo per gli edifici esistenti al miglioramento sismico e accettando per questi ultimi livelli di sicurezza minori di quelli richiesti alle nuove costruzioni.

NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-Il capitolo 4:

- Al capitolo 4, al punto 4.2 si introduce una interessante novità, indicando quale requisito per la esecuzione delle strutture in acciaio, la conformità di quest'ultime con la normativa UNI EN1090-2.
- La UNI EN 1090-2:2018, che non ha lo status di norma armonizzata, si configura come un valido riferimento tecnico per la UNI EN1090-1 e si occupa di stabilire i requisiti per l'esecuzione delle strutture in acciaio, indipendentemente dalla loro tipologia e forma (per esempio edifici, ponti, piastre, travi reticolari), comprese le strutture soggette a fatica o ad azioni sismiche. La norma si applica a strutture e ad elementi strutturali progettati secondo l'Eurocodice 3. La UNI EN 1090-2:2018 è la versione ufficiale della norma europea EN 1090-2:2018, *Part 2: Technical requirements for steel structures*

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

- La UNI EN 1090-2:2018 Questa norma europea specifica i requisiti per l'esecuzione di strutture in acciaio strutturale come strutture o componenti fabbricati, prodotti a partire dei seguenti prodotti:
 - prodotti laminati a caldo di acciaio per costruzioni fino al grado S700 compreso;
 - componenti e formati a freddo fino al grado S700 compreso (a meno che non rientrino nell'ambito di applicazione del 1090-4);
 - prodotti austenitici austenitici, austenitici-ferritici e ferritici formati a caldo o a freddo;
 - profilati cavi strutturali con profilatura a caldo o a freddo, compresi gamma standard e prodotti laminati su misura e profilati cavi prodotti mediante saldatura.

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

- Norma EN 1090-4: *«Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 4: Requisiti tecnici per elementi strutturali di acciaio formati a freddo e strutture formate a freddo per applicazioni su tetti, soffitti, pavimenti e pareti».*
- La norma specifica i requisiti per l'esecuzione, cioè la produzione e l'installazione, di elementi strutturali di acciaio formati a freddo e strutture formate a freddo per applicazioni su tetti, soffitti, pavimenti e pareti.
- Per i profili formati a freddo e le lamiere grecate che rientrano nei requisiti della EN 1090-4, i requisiti della EN 1090-4 hanno la precedenza rispetto ai requisiti della EN 1090-2
- non ha lo status di norma armonizzata

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-II capitolo 4:

- Vengono aggiornate alcune definizioni e approfonditi le verifiche a fatica ed il serraggio dei bulloni, aggiornando inoltre i riferimenti alle normative dei prodotti impiegati.
- Aggiunte nuove qualità d'acciaio per l'alto resistenziale: S460 Q/SL/QL1 (Tabella 4.2.1 in sostituzione della 11.3.IX NTC 2008)
- Modificato riferimento normativo per l'omologazione degli elettrodi da impiegare nella saldatura ad arco: UNI EN ISO 2560 (aggiornamenti normativi 11.3.4.5 per processi di saldatura).



NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-II capitolo 4:

- Saldature: cordoni d'angolo conforme alla UNI EN ISO 9692-1-2-3-4), aggiunti ulteriori criteri di verifica;
- Introdotte normative di riferimento al 4.2.4.1.6
 - ✓ per funi (UNI EN 12385)
 - ✓ barre quadre (UNI EN 10060)
 - ✓ tonde (UNI EN 10059)
- Indicazioni normativa di riferimento per apparecchi di appoggio: UNI EN 1337
- Indicazioni normativi di riferimento per lo stato limite delle vibrazioni: UNI 9614, UNI 9916 o altre normative di comprovata validità.
- Ulteriori indicazioni per la verifica delle oscillazioni prodotte dal vento;



NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-Il capitolo 4:

Al punto 4.2.3.1, sono state modificate le definizioni delle quattro classi di sezioni: nelle NTC2008 le classi 1 e 2 venivano definite *compatte* mentre nelle nuove NTC le sezioni di classe 1 vengono definite *duttili* e quelle di classe 2 *compatte*. Le sezioni di classe 3, definite *moderatamente snelle* nelle vecchie NTC ora vengono chiamate *semi-compatte*.

•Un'altra novità riguarda i massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse presenti nella Tab. 4.2.IV, dove è cambiato un coefficiente per le piattabande esterne di classe 2 soggette a flessione e a compressione con estremità in trazione:

$$\frac{c}{t} \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$$

In questo modo tutti i valori delle tabelle con i massimi rapporti larghezza spessore coincidono con quelli del prospetto 5.2 dell'Eurocodice 3 (UNI EN 1993-1-1).

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-Il capitolo 4:

Al punto 4.2.4.1.4 sono stati approfonditi i criteri per definire le strutture poco sensibili al fenomeno della fatica. Con le NTC2018 vengono inoltre introdotte due verifiche, verifica a vita illimitata e verifica a danneggiamento:

•**Verifica a vita illimitata**, in cui bisogna controllare che:

$$\Delta\sigma_{max,d} = \gamma_{Mf} * \Delta\sigma_{max} \leq \Delta\sigma_D$$

$$\Delta\tau_{max,d} = \gamma_{Mf} * \Delta\tau_{max} \leq \Delta\tau_D$$

dove $\Delta\sigma_{max,d}$ e $\Delta\tau_{max,d}$ sono rispettivamente i valori di progetto delle massime escursioni di tensioni normali e tangenziali indotte nel dettaglio considerato dallo spettro di carico, mentre $\Delta\sigma_D$ e $\Delta\tau_D$ sono i limiti di fatica ad ampiezza costante.

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-Il capitolo 4:

Verifica a danneggiamento, in cui è necessario controllare che il Danneggiamento D risulti:

$$D = \sum_i \frac{n_i}{N_i} \leq 1,0$$

dove n_i è il numero dei cicli di ampiezza $\Delta\sigma_{i,d}$ indotti dallo spettro di carico per le verifiche a danneggiamento nel corso della vita prevista per il dettaglio e N_i è il numero di cicli di ampiezza $\Delta\sigma_{i,d}$ a rottura, ricavato dalla curva S-N caratteristica del dettaglio.

La verifica a danneggiamento può essere eseguita anche con il metodo dei coefficienti di danneggiamento equivalente λ . Per l'impiego di tale metodo si deve fare riferimento a normative di comprovata validità, di cui al capitolo 12 delle NTC 2018.

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-Il capitolo 4:

Par. 4.2.8.1.1 Unioni con bulloni:

introdotto il concetto di assieme Vite/Dado/Rondella, approfondito il momento di serraggio ed altre caratteristiche delle unioni (alta resistenza 8.8; 10.9; precaricati, coefficiente di attrito per le piastre);

Per i collegamenti “non precaricati”. la norma al punto 4.2.8.1 indica che nei collegamenti con bulloni “non precaricati” gli **assiemi Vite/Dado/Rondella** devono essere conformi a quanto specificato nel § 11.3.4.6.1, nel quale si indica che per questa tipologia di assiemi (Vite/Dado/Rondella) i prodotti devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 15048-1. Si sottolinea che essendo prodotti fabbricati in conformità ad una norma armonizzata si applica quanto specificato al punto A del § 11.1 ovvero sono prodotti marcati CE.

In sintesi un progettista e la DL, dovendo usare bulloni a taglio o non precaricati, cosa deve prescrivere e controllare?

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-Il capitolo 4:

Innanzitutto che gli assiemi siano marcati CE e prodotti secondo la norma EN 15048-1 o conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1. Infatti, la norma permette di utilizzare in alternativa, per i bulloni a taglio in giunzioni non precaricate, anche gli assiemi ad alta resistenza conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1.

- La marcatura CE dell'assieme, in giunzioni non precaricate, riguardano la vite ed il dado dello stesso assieme, le rondelle non vengono marcati CE.
- Che il serraggio dei bulloni sia eseguito in accordo alla norma UNI EN 1090-2
- Che gli assiemi siano associati come indicato in tabella 11.3.XIIIa delle NTC 2018, di seguito sottoriportata:

Tab. 11.3.XIIIa

Viti	Dadi	Rondelle	Riferimento
Classe di resistenza UNI EN ISO 898-1:2013	Classe di resistenza UNI EN ISO 898-2:2012	Durezza	
4.6	4; 5; 6 oppure 8	100 HV min.	UNI EN 15048-1
4.8			
5.6	5; 6 oppure 8		
5.8			
6.8	6 oppure 8	100 HV min oppure 300 HV min.	
8.8	8 oppure 10		
10.9	10 oppure 12		

**NTC –2018**

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-Il capitolo 4:

Quando vengono usati gli **assiemi Vite/Dado/Rondella ad alta resistenza**, questi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1.

I collegamenti con bulloni “a serraggio controllato” o giunzioni “precaricate” gli **assiemi Vite/Dado/Rondella** devono essere in accordo con quanto specificato nel § 11.3.4.6.2, ovvero sia in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1. In questo caso, le caratteristiche essenziali degli assiemi (**Vite/Dado/Rondella**) adatti al precarico vengono specificate nella normativa stessa, così come le modalità di applicazione del marchio CE a tali assiemi. Importante ribadire che in questi prodotti il marchio CE si applica all'intero assieme che in questo caso riguarda: **vite, dado e rondelle**.

Vengono, inoltre dati indicazioni sul valore da utilizzare per il coefficiente di attrito, nella determinazione della resistenza di progetto allo scorrimento (formula 4.2.72 delle nuove NTC2018).

Anche in questo caso il progettista e il DL, cosa deve prescrivere e controllare nelle giunzioni “precaricate”?



NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-Il capitolo 4:

E' obbligatorio:

- che gli assiemi siano marcati CE e prodotti secondo la norma armonizzata UNI EN 14399-1.
- che il serraggio dei bulloni sia pari a quanto evidenziato al 4.2.8.1.1 della norma, formula (4.2.6.1) sottoriportata

$$M = k \cdot d \cdot F_{p,c} = k \cdot d \cdot 0,7 \cdot A_{res} \cdot f_{tbk} \quad [4.2.61]$$

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-Il capitolo 4:

$$M = k \cdot d \cdot F_{p,c} = k \cdot d \cdot 0,7 \cdot A_{res} \cdot f_{tbk} \quad [4.2.61]$$

dove:

- d è il diametro nominale della vite,
- A_{res} è l'area resistente della vite,
- f_{tbk} è la resistenza a rottura del materiale della vite
- il valore del fattore k è indicato sulle targhette delle confezioni (dei bulloni, oppure delle viti) per le tre classi funzionali specifica. Nel caso il momento di serraggio non sia riportato sulle targhette delle confezioni, ma compaia il solo fattore k secondo la classe funzionale, si può fare riferimento alle seguenti Tabelle 4.2.XVI e 4.2.XVII, che si riferiscono rispettivamente alle viti di classe 8.8 e 10.9.

Tabella 4.2.XV - Classi funzionali per i bulloni

K0	Nessun requisito sul fattore k
K1	Campo di variabilità del fattore k _i del singolo elemento tra minimo e massimo dichiarati sulla confezione
K2	Valore medio k _m del fattore e suo coefficiente di variazione V _k dichiarati sulla confezione

Classi funzionali per i
bulloni

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni Progettazione ed esecuzione di strutture in acciaio-Il capitolo 4:

4.6 COSTRUZIONI DI ALTRI MATERIALI

I materiali non tradizionali o non trattati nelle presenti norme tecniche potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali od opere, previa autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal Servizio Tecnico Centrale.

Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti in § 4.2, leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da c.a.

4.6. ALTRI SISTEMI COSTRUTTIVI

Qualora vengano usati sistemi costruttivi diversi da quelli disciplinati dalle presenti norme tecniche, la loro idoneità deve essere comprovata da una dichiarazione rilasciata, ai sensi dell'articolo 52, comma 2, del D.P.R. 380/01, dal Presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici su conforme parere dello stesso Consiglio e previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale.

Si intendono per "sistemi costruttivi diversi da quelli disciplinati dalle presenti norme tecniche" quelli per cui le regole di progettazione ed esecuzione non siano previste nelle presenti norme tecniche o nei riferimenti tecnici e nei documenti di comprovata validità di cui al Capitolo 12, nel rispetto dei livelli di sicurezza previsti dalle presenti norme tecniche.

In ogni caso, i materiali o prodotti strutturali utilizzati nel sistema costruttivo devono essere conformi ai requisiti di cui al Capitolo 11.

Per singoli casi specifici le amministrazioni territorialmente competenti alla verifica dell'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni ai sensi del DPR 380/2001 o le amministrazioni committenti possono avvalersi dell'attività consultiva, ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera b), del D.P.R. 204/2006, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che si esprime previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale.



NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

Le NTC 2008

Regole generali:

- Par. 7.5 COSTRUZIONI DI ACCIAIO

7.5 COSTRUZIONI D'ACCIAIO

La resistenza delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole presentate nella vigente normativa, integrate dalle regole di progettazione e di dettaglio fornite dal § 7.5.4 al § 7.5.6.

Nel caso di comportamento strutturale non dissipativo la resistenza delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole di cui al § 4.2. delle presenti norme, non essendo necessario soddisfare i requisiti di duttilità.

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo le strutture devono essere progettate in maniera tale che le zone dissipative si sviluppino ove la plasticizzazione o l'instabilità locale o altri fenomeni di degrado dovuti al comportamento isteretico non influenzano la stabilità globale della struttura.

Nelle zone dissipative, al fine di assicurare che le stesse si formino in accordo con quanto previsto in progetto, la possibilità che il reale limite di snervamento dell'acciaio sia maggiore del nominale deve essere tenuta in conto attraverso un opportuno coefficiente di sovrarresistenza del materiale γ_{Rd} , definito al § 7.5.1.

Le parti non dissipative delle strutture dissipative ed i collegamenti tra le parti dissipative ed il resto della struttura devono possedere una sovrarresistenza sufficiente a consentire lo sviluppo della plasticizzazione ciclica delle parti dissipative.



NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

Le novità delle NTC 2018

Regole generali:

- Par. 7.5 COSTRUZIONI DI ACCIAIO

7.5. COSTRUZIONI DI ACCIAIO

Nel caso di comportamento strutturale non dissipativo la capacità delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole di cui al § 4.2 delle presenti norme, senza nessun requisito aggiuntivo.

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo la capacità delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole di cui dal § 7.1 al § 7.3 delle presenti norme, integrate dalle regole di progettazione e di dettaglio fornite dal § 7.5.3 al § 7.5.6. Le strutture devono essere progettate in maniera tale che i fenomeni di degrado e riduzione di rigidità che si manifestano nelle zone dissipative non pregiudichino la stabilità globale della struttura.



Nelle zone dissipative, al fine di assicurare che le stesse si formino in accordo con quanto previsto in progetto, la possibilità che il reale limite di snervamento dell'acciaio sia maggiore del limite nominale deve essere tenuta in conto attraverso un opportuno coefficiente γ_{ov} definito al § 7.5.1.

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.

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

LE NTC 2008

- Par. 7.5.1 Coefficiente di sovrarresistenza del materiale γ_{Rd}

7.5.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

L'acciaio strutturale deve essere conforme ai requisiti del § 11.3.4.9.

Il coefficiente di sovrarresistenza del materiale, γ_{Rd} , è definito come il rapporto fra il valore medio $f_{y,m}$ della tensione di snervamento e il valore caratteristico f_{yk} nominale. In assenza di valutazioni specifiche si possono assumere i valori indicati nella Tab. 7.5.I;

Tabella 7.5.I - Fattori di sovrarresistenza γ_{Rd}

Acciaio	$\gamma_{Rd} = \frac{f_{y,m}}{f_{yk}}$
S 235	1,20
S 275	1,15
S 355	1,10
S 420	1,10
S 460	1,10

Se la tensione di snervamento f_{yk} dell'acciaio delle zone non dissipative e delle connessioni è superiore alla $f_{y,max}$ dell'acciaio delle zone dissipative, è possibile assumere $\gamma_{Rd}=1,00$.

NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

Le novità delle NTC 2018

- Par. 7.5.1 Coefficiente di sovrarresistenza del materiale γ_{ov}

7.5.1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

L'acciaio strutturale deve essere conforme ai requisiti del § 11.3.4.9.

La distribuzione delle proprietà del materiale, nella struttura, quali la tensione di snervamento e la tenacità deve essere tale che le zone dissipative si formino dove stabilito nella progettazione.

⇒ Ai fini della progettazione, il fattore di sovrarresistenza del materiale, γ_{ov} , è assunto pari a 1,25 per gli acciai tipo S235, S275 ed S355 e pari a 1,15 per gli acciai tipo S420 e S460.

TIPO ACCIAIO	γ_{RD} (NTC2008)	γ_{OV} (NTC2018)
S235	1,20	1,25
S275	1,15	1,25
S355	1,10	1,25
S420	1,10	1,15
S460	1,10	1,15



NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

Le novità delle NTC 2018

Cap. 7.5.2 Tipologie strutturali e fattori di comportamento

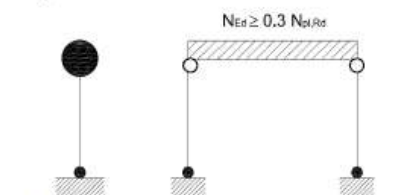
7.5.2.1 Tipologie strutturali

- Aggiornata la definizione di struttura a mensola o a pendolo inverso

~~d) strutture a mensola o a pendolo inverso: costituite da membrature pressoinflesse in cui le zone dissipative sono collocate alla base.~~

Le NTC 2018

d) Strutture a mensola o a pendolo inverso: in esse almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione oppure la dissipazione di energia è localizzata principalmente alla base. Strutture ad un solo piano che posseggano più di una colonna, con le estremità superiori delle colonne collegate nelle direzioni principali dell'edificio e con il valore del carico assiale normalizzato della colonna non maggiore di 0,3 in alcun punto, possono essere considerate strutture a telaio.



d) Strutture a mensola o a pendolo inverso



NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

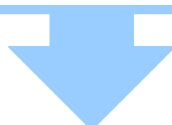
Le novità delle NTC 2018

Cap. 7.5.2 Tipologie strutturali e fattori di comportamento

7.5.2.1 Tipologie strutturali

- Aggiornata la classificazione dei telai con dispositivi antisismici

- e) **Strutture intelaiate con controventi concentrici:** in esse le azioni orizzontali sono assorbite sia da telai sia da controventi agenti nel medesimo piano verticale.
- f) **Strutture intelaiate con tamponature:** sono costituite da strutture intelaiate con le quali le tamponature in muratura o calcestruzzo sono in contatto, non collegate.



Da tale classificazione sono escluse le strutture di acciaio in cui la dissipazione di energia è realizzata mediante l'impiego di appositi dispositivi antisismici.

Per le strutture di acciaio in cui le forze orizzontali sono assorbite da nuclei o pareti di controvento in calcestruzzo armato si rimanda al § 7.4.

Tipologie strutturali diverse da quelle sopraelencate possono essere utilizzate basandosi su criteri di progettazione non difformi da quelli considerati nella presente norma. Il grado di sicurezza raggiunto utilizzando tali criteri deve essere comunque non inferiore a quello garantito dalla presente norma.

NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

Le novità delle NTC 2018

Cap. 7.5.3. REGOLE DI PROGETTO GENERALI PER ELEMENTI STRUTTURALI DISSIPATIVI

- Le regole di progetto seguenti si applicano alle parti delle strutture sismo-resistenti progettate per avere un comportamento strutturale dissipativo. Le zone dissipative devono avere un'adeguata duttilità ed una sufficiente capacità. Nelle disposizioni di cui al presente capitolo, le zone dissipative sono localizzate nelle membrature; pertanto i collegamenti e tutte le componenti non dissipative della struttura devono essere dotate di adeguata capacità.

DIVERSE IMPOSTAZIONE PER LE VERIFICHE

- ✓ VERIFICA DI RESISTENZA (RES)
- ✓ VERIFICA DI DUTTILITA' (DUT)

NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

Le novità delle NTC 2018

Cap. 7.5.3.1 Verifica di Resistenza (RES)

7.5.3.1 VERIFICHE DI RESISTENZA (RES)

I collegamenti in zone dissipative devono consentire la plasticizzazione delle parti dissipative collegate, garantendo il soddisfacimento del seguente requisito:

$$R_{j,d} \geq 1,1 \cdot \gamma_{ov} \cdot R_{pl,Rd} = R_{U,Rd}$$

[7.5.1]

~~$$R_{j,d} \geq \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot R_{pl,Rd} = R_{U,Rd}$$~~

~~NTC 2008~~

dove:

$R_{j,d}$ è la capacità di progetto del collegamento;

$R_{pl,Rd}$ è la capacità al limite plastico della membratura dissipativa collegata;

$R_{U,Rd}$ è il limite superiore della capacità della membratura collegata.

TIPO ACCIAIO	γ_{RD} (NTC2008)	γ_{OV} (NTC2018)
S235	1,20	1,25
S275	1,15	1,25
S355	1,10	1,25
S420	1,10	1,15
S460	1,10	1,15

Promozione Acciaio

NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

Le novità delle NTC 2018

Cap. 7.5.3.2 Verifiche di duttilità (DUT)

In ogni zona o elemento dissipativo si deve garantire una capacità in duttilità superiore alla corrispondente domanda in duttilità. La verifica deve essere effettuata adottando le misure di deformazione adeguate ai meccanismi duttili previsti per le diverse tipologie strutturali. Per le tipologie indicate in § 7.5.2.1, si possono utilizzare le seguenti misure di deformazione locale $\bar{\delta}$

- elementi inflessi o presso inflessi di strutture intelaiate: rotazione alla corda;
- elementi prevalentemente tesi e compressi di strutture controventate: allungamento complessivo della diagonale;
- elementi sottoposti a taglio e flessione di strutture con controventi eccentrici (elementi di collegamento): rotazione rigida tra l'elemento di connessione e l'elemento contiguo.

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

Le novità delle NTC 2018

Cap. 7.5.3.2 Verifiche di duttilità (DUT)

La verifica di duttilità si ritiene comunque soddisfatta qualora siano rispettate, in funzione della classe di duttilità e del valore di base del fattore di comportamento q_0 utilizzato in fase di progetto, le prescrizioni relative alle classi di sezioni trasversali per le zone/elementi dissipativi riportate in Tab. 7.5.I nonché le prescrizioni specifiche di cui ai successivi paragrafi relativi a ciascuna tipologia strutturale e sia soddisfatta, per le sezioni delle colonne primarie delle strutture a telaio in cui si prevede la formazione di zone dissipative, la relazione:

$$N_{Ed} / N_{pl,Rd} \leq 0,3 \quad [7.5.3]$$

dove N_{Ed} è il valore della domanda a sforzo normale e $N_{pl,Rd}$ è il valore della capacità a sforzo normale determinata secondo criteri di cui al § 4.2.4.1.2.

Tab. 7.5.I - Classe della sezione trasversale di elementi dissipativi in funzione della classe di duttilità e di q_0

Classe di duttilità	Valore di base q_0 del fattore di comportamento	Classe di sezione trasversale richiesta
CD "B"	$2 < q_0 \leq 4$	Classe 1 o 2
CD "A"	$q_0 > 4$	Classe 1



NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

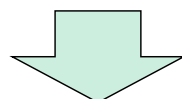
Le novità delle NTC 2018

LE REGOLE DI PROGETTO PER STRUTTURE DISSIPATIVE

7.5.4. REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE INTELAIATE

7.5.5. REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI CONCENTRICI

7.5.6 REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI ECCENTRICI



Verifica di Resistenza (RES)
 Verifiche di duttilità (DUT)



NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

Le NTC 2008

Regole generali:

- Par. 7.2,4 CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

7.2.4 CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

Ciascun elemento di un impianto che ecceda il 30% del carico permanente totale del solaio su cui è collocato o il 10% del carico permanente totale dell'intera struttura, non ricade nelle prescrizioni successive e richiede uno specifico studio.

Gli elementi strutturali che sostengono e collegano i diversi elementi funzionali costituenti l'impianto tra loro e alla struttura principale devono essere progettati seguendo le stesse regole adottate per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale ed illustrate nel paragrafo precedente. L'effetto dell'azione sismica sull'impianto, in assenza di determinazioni più precise, può essere valutato considerando una forza (F_i) applicata al baricentro di ciascuno degli elementi funzionali componenti l'impianto, calcolata utilizzando le equazioni (7.2.1) e (7.2.2).

Gli eventuali componenti fragili debbono essere progettati per avere resistenza doppia di quella degli eventuali elementi duttili ad essi contigui, ma non superiore a quella richiesta da un'analisi eseguita con fattore di struttura q pari ad 1.

Gli impianti non possono essere vincolati alla costruzione contando sull'effetto dell'attrito, bensì debbono essere collegati ad essa con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili; gli impianti a dispositivi di vincolo flessibili sono quelli che hanno periodo di vibrazione $T \geq 0,1s$. Se si adottano dispositivi di vincolo flessibili i collegamenti di servizio dell'impianto debbono essere flessibili e non possono far parte del meccanismo di vincolo.

Deve essere limitato il rischio di fuoriuscite incontrollate di gas, particolarmente in prossimità di utenze elettriche e materiali infiammabili, anche mediante l'utilizzo di dispositivi di interruzione automatica della distribuzione del gas. I tubi per la fornitura del gas, al passaggio dal terreno alla costruzione, debbono essere progettati per sopportare senza rotture i massimi spostamenti relativi costruzione terreno dovuti all'azione sismica di progetto.



NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni Progettazione per azioni sismiche, capitolo 7:

Le NTC 2008

Regole generali:

- Par. 7.2.4 CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

7.2.4. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

Il presente paragrafo fornisce indicazioni utili per la progettazione e l'installazione antisismica degli impianti, intesi come insieme di: impianto vero e proprio, dispositivi di alimentazione dell'impianto, collegamenti tra gli impianti e la struttura principale. A meno di contrarie indicazioni della legislazione nazionale di riferimento, della progettazione antisismica degli impianti è responsabile il produttore, della progettazione antisismica degli elementi di alimentazione e collegamento è responsabile l'installatore, della progettazione antisismica degli orizzontamenti, delle tamponature e dei tramezzi a cui si ancorano gli impianti è responsabile il progettista strutturale.

La capacità dei diversi elementi funzionali costituenti l'impianto, compresi gli elementi strutturali che li sostengono e collegano, tra loro e alla struttura principale, deve essere maggiore della domanda sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite da considerare (v. § 7.3.6). È compito del progettista della struttura individuare la domanda, mentre è compito del fornitore e/o dell'installatore fornire impianti e sistemi di collegamento di capacità adeguata.

Non ricadono nelle prescrizioni successive e richiedono uno specifico studio gli impianti che eccedano il 30% del carico permanente totale del campo di solaio su cui sono collocati o del pannello di tamponatura o di tramezzatura a cui sono appesi o il 10% del carico permanente totale dell'intera struttura.



NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Capitolo 11: Materiali e prodotti per uso strutturale

Le novità delle NTC 2018

11.1. GENERALITÀ

Si definiscono materiali e prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, quelli che consentono ad un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare in maniera prioritaria il requisito base delle opere n.1 "Resistenza meccanica e stabilità" di cui all'Allegato I del Regolamento UE 305/2011.

I materiali ed i prodotti per uso strutturale devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- *qualificati* sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.

Sono prodotti da costruzione che devono soddisfare il requisito essenziale di **resistenza meccanica e stabilità**:

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Capitolo 11 delle NTC:

Il *materiale ed i prodotti per uso strutturale* devono essere:

• ***Identificati*** univocamente a cura del *fabbricante* secondo le procedure di seguito richiamate

• ***Qualificati*** sotto la responsabilità del *fabbricante*. secondo le procedure di seguito richiamate;

• ***Accettati*** dal *Direttore dei lavori* mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, *nonché* mediante eventuali prove di accettazione.

NTC –2018

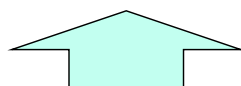
Norma di riferimento per le costruzioni

Capitolo 11: Materiali e prodotti per uso strutturale

Le novità delle NTC 2018: Identificazione e qualificazione del materiale

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

- A) materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;
- B) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata oppure la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il fabbricante abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;
- C) materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B. In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente "Valutazione Tecnica Europea" (ETA), oppure dovrà ottenere un "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; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del "Certificato di Valutazione Tecnica".



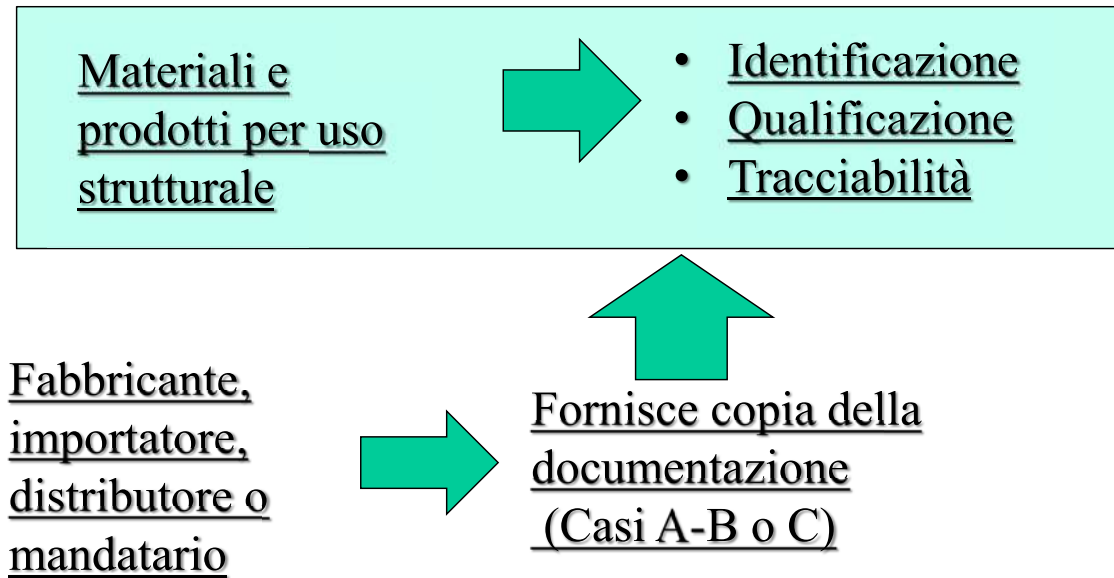
DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO E RINTRACCIABILITA'



NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Al fine di dimostrare l'identificazione, la qualificazione e la tracciabilità dei materiali e prodotti per uso strutturale, il fabbricante, o altro eventuale operatore economico (importatore, distributore o mandatario come definiti ai sensi dell'articolo 2 del Regolamento UE 305/2011), secondo le disposizioni e le competenze di cui al Capo III del Regolamento UE n.305/2011, è tenuto a fornire copia della sopra richiamata documentazione di identificazione e qualificazione (casi A, B o C), i cui estremi devono essere riportati anche sui documenti di trasporto, dal fabbricante fino al cantiere, comprese le eventuali fasi di commercializzazione intermedia, riferiti alla specifica fornitura.

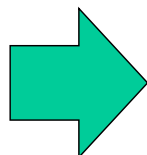


NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni

PRODOTTI RECANTI LA MARCATURA CE

NORMA EN ARMONIZZATA



CASO "A"

DDT



DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONI (DOP)

MARCATURA CE



Certificato 3.1?

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

PRODOTTI RECANTI LA MARCATURA CE

NTC 2018 cap. 11 par. 11.3.1.5



Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito .

E' auspicabile che nella circolare esplicativa di prossima pubblicazione si chiarisca che il certificato di controllo interno tipo 3.1 citato al punto 11.3.1.5 sia riferito al certificato di origine fornito dall'acciaieria all'atto di immissione in commercio del prodotto laminato. Obbligatorio soltanto per i prodotti lunghi e cavi, mentre per gli altri prodotti ed in casi particolari rimane a discrezione della DL.



NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

PRODOTTI RECANTI LA MARCATURA CE

NTC 2018 cap. 11 par. 11.3.1.5



Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito .

La filiera dell'acciaio condivide pienamente i concetti di rintracciabilità, verifica ed ispezione dei prodotti, contenuti sia nel CPR sia nelle nostre norme tecniche. Il certificato 3.1 dovrebbe essere obbligatorio soltanto per i prodotti lunghi e cavi, mentre per gli altri prodotti ed in casi particolari rimanere a discrezione della DL.

Perché?

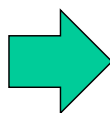
- Perché è un prodotto marcato CE
- Perché i certificati di controllo interno tipo 3.1 per i bulloni strutturali e prodotti piani, non è obbligatorio, questi prodotti vengono accompagnati di prassi dal certificato di controllo di tipo 2.1 o 2,2 ai sensi della UNI EN 10204. **Il 3.1 viene rilasciato soltanto a richiesta.**



NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

CASO B



Procedura di qualificazione
11.3.1.7 in conformità al
11.3.4.10 e 11.3.4.11.2

11.3. ACCIAIO

11.3.1. PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO

11.3.1.2 CONTROLLI DI PRODUZIONE IN STABILIMENTO E PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE

Tutti gli acciai oggetto delle presenti norme, siano essi destinati ad utilizzo come armature per calcestruzzo armato normale o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche, devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1.

→ Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE 305/2011, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è organismo per il rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità di cinque anni.

NB: PER I PRODOTTI IN ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA I CASI NON SONO RILEVANTI

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

CASO C

«materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente

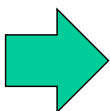
**“Valutazione Tecnica Europea” (ETA),
oppure dovrà ottenere un
“Certificato di Valutazione Tecnica”**

rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione dello stesso Consiglio, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del “Certificato di Valutazione Tecnica”.

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Direttore dei Lavori



È onere in fase di
accettazione

Caso A sussista l'obbligo della Marcatura CE

- Accertarsi del possesso della marcatura CE
- Richiedere copia della DOP
- + *Documento di Trasporto* (Estremi riportati nei documenti di trasporto)

Nonchè qualora ritenuto necessario: (ai fini della verifica)

- *Cert. 3.1 (nuove NTC 2018)?*

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Caso B non sussista l'obbligo della Marcatura CE

- Dichiarazione sul Documento di trasporto degli estremi dell'Attestato *di Denuncia dell'attività del Centro di trasformazione* rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale (recante logo o marchio).
- Dall'*attestazione* inerente l'esecuzione delle *prove di controllo* interno di cui ai paragrafi specifici, nella norma, per ciascun prodotto
- Da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante ai sensi del 11.3.1.5 in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. (Certificato 3.1).

Caso C non sussista l'obbligo della Marcatura CE

- Certificato di valutazione tecnica (Rilasciato del CSLP-STC (Linee guida)
o
- Valutazione Tecnica Europea (ETA) Marcatura CE volontaria
e
- *Certificato 3.1 (nuove NTC 2018)?*
- + *Documento di Trasporto*



NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALICHE E PER STRUTTURE COMPOSTE

11.3.4. ACCIAIO PER STRUTTURE METALICHE E PER STRUTTURE COMPOSTE

11.3.4.1 GENERALITÀ

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1. Solo per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE si rimanda a quanto specificato al punto B del § 11.1 e si applica la procedura di cui ai § 11.3.1.2 e § 11.3.4.11.1.

Per le palancole metalliche e per i nastri zincati di spessore ≤ 4 mm si farà riferimento rispettivamente alle UNI EN 10248-1:1997 ed UNI EN 10346:2015.

Per gli acciai inossidabili si veda il § 11.3.4.8.

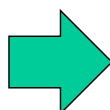
Per l'identificazione e qualificazione di elementi strutturali in acciaio realizzati in serie nelle officine di produzione di carpenteria metallica e nelle officine di produzione di elementi strutturali, si applica quanto specificato al punto 11.1, caso A), in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 1090-1.

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

Direttore dei Lavori



È onere

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori, nell'ambito dell'accettazione dei materiali prima della loro installazione, verificare che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione, nonché accertare l'idoneità all'uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali, con particolare riferimento alla Relazione sui materiali, di cui al § 10.1.

La mancata rispondenza alle prescrizioni sopra riportate comporta il divieto di impiego del materiale o prodotto.

Al termine dei lavori che interessano gli elementi strutturali, il Direttore dei Lavori predispone, nell'ambito della Relazione a struttura ultimata di cui all'articolo 65 del DPR.380/01, una sezione specifica relativa ai controlli e prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali, nella quale sia data evidenza documentale riguardo all'identificazione e qualificazione dei materiali e prodotti, alle prove di accettazione ed alle eventuali ulteriori valutazioni sulle prestazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici potrà effettuare attività di vigilanza presso i cantieri e i luoghi di lavorazione per verificare la corretta applicazione delle presenti disposizioni, ai sensi del Capo V del D.Lgs. 106/2017 e del Capo VIII del Regolamento UE 305/2011.

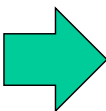
Il richiamo alle specifiche tecniche armonizzate, di cui al Regolamento UE 305/2011, contenuto nella presente norma deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie UNI, EN e ISO contenute nella presente norma deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, oppure, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata. Con successivo provvedimento si aggiornano periodicamente gli elenchi delle specifiche tecniche volontarie UNI, EN ed ISO richiamate nella presente norma.

NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

Direttore dei Lavori



Controlli di
accettazione in
cantiere

11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

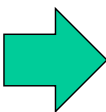
- «I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, **sono obbligatori** per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione»,
- Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori (redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc),
- la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.
- La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

Direttore dei Lavori



Controlli di
accettazione in
cantiere

11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

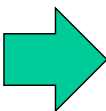
- Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, **Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. (provini)**
- In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori;

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

Direttore dei Lavori



Controlli di
accettazione in
cantiere

11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

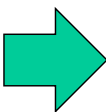
- Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori.
- Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure 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,**

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

Direttore dei Lavori



Controlli di
accettazione in
cantiere

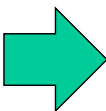
11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

- Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove,
- I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Direttore dei Lavori



Controlli di
accettazione in
cantiere

Le NTC 2008

11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

~~I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al precedente § 11.3.3.5.3, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.~~

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente § 11.3.3.5.3.

NTC -2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

Par. 11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere I controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione. Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni. Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra.

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

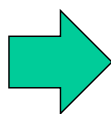
Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure 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. Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità. A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori deve effettuare i seguenti controlli:

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

Direttore dei Lavori



Controlli di
accettazione in
cantiere

11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

- *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.

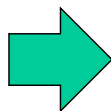
Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

Direttore dei Lavori



Controlli di
accettazione in
cantiere

11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

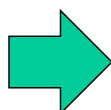
- *Lamiere grecate e profili formati a freddo*: 3 prove ogni 15 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre.
- Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di lamiere grecate o profili formati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

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

Direttore dei Lavori



Controlli di
accettazione in
cantiere

11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

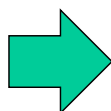
- *Bulloni e chiodi*: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre.
- Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni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

NTC –2018

Norma di riferimento per le costruzioni

Le novità delle NTC 2018

Direttore dei Lavori



Controlli di
accettazione in
cantiere

11.3.4.11.3 Controlli di accettazione in cantiere

- *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 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.

Grazie della vostra attenzione
Per altre informazioni

Ing. Monica Antinori
Responsabile Ufficio Tecnico FPA



www.promozioneacciaio.it

Il portale delle costruzioni in acciaio in Italia

LA FONDAZIONE | I SOCI | PROGETTI IN ACCIAIO | COSTRUIRE IN ACCIAIO | NORMATIVA | CORSI ED EVENTI | MEDIA & PRESS | PUBBLICAZIONI

PERCHÉ COSTRUIRE IN ACCIAIO
 ARCHITETTURA CONTEMPORANEA

COSTRUIRE IN ACCIAIO

- PERCHÉ COSTRUIRE IN ACCIAIO
- PRODOTTI E SOLUZIONI
- DISGOMI
- SOFTWARE E SCHEDE DI CALCOLO
- APPROFONDIMENTI TECNICI
- GLI ESPERTI

CERCA NEL SITO

ARCHITETTURA IN ACCIAIO

CONFERENZE NORMATIVE



ufficiotecnico@promozioneacciaio.it
m.antinori@promozioneacciaio.it