

Norme Tecniche per le Costruzioni

D.M.14/01/ 2008

Parte 1/4 - Principi generali

Ordine ingegneri Bologna 29-maggio-2009

Ing. Angelo De Cocinis

Ing. Sara Ferrari

Principali novità introdotte dalle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 2008

- Lo Spettro di Progetto risulta svincolato dalla classificazione del territorio in **Zone Sismiche** che rimangono solo come riferimento per la gestione amministrativa delle pratiche

- Il Metodo di calcolo da utilizzare è lo **Stato Limite**, con esclusione delle sole Zone 4 per edifici modesti

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

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

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

Le azioni sismiche debbono essere valutate assumendo pari a 5 il grado di sismicità S, quale definito al § B. 4 del D.M. LL. PP. 16.01.1996, ed assumendo le modalità costruttive e di calcolo di cui al D.M. LL. PP. citato, nonché alla Circ. LL. PP. 10.04.97, n. 65/AA.GG. e relativi allegati.”
(Paragrafo 2.7)

- Viene introdotto il concetto di **“Capacity Design”** e l'obbligo di tenere conto nel calcolo della **Gerarchia delle Resistenze**

Principali novità introdotte dalle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 2008

- È possibile progettare **edifici isolati** alla base senza chiedere l'autorizzazione al Ministero

*Paragrafo 11.9.3: Procedura di accettazione: "All'atto della posa in opera dei dispositivi il **Direttore dei Lavori** deve verificare, acquisendone copia, che il dispositivo sia dotato di attestato di conformità di cui al DPR 246/93 (marcatatura CE), ovvero, ove non ricorrano i casi di cui ai punti A e C del §11.1, che sia dotato di attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, che sia dotato del marchio previsto nel § precedente e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore del sistema stesso.*

Il Direttore dei Lavori deve inoltre rifiutare le eventuali forniture non conformi ed effettuare idonee prove di accettazione che comprendano in ogni caso la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali nonché eventualmente la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche secondo le modalità descritte nel seguito."

- Vengono introdotte per la prima volta norme per il calcolo delle **strutture in legno** (Paragrafi 4.4 ; 7.7 ; 11.7)

- Viene introdotto il concetto di **Durabilità** delle opere

*"Le presenti Norme tecniche per le costruzioni definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di **durabilità**."*

- Viene introdotto il concetto di **Vita nominale** dell'opera, in funzione del tipo di costruzione (Paragrafo 2.4.1)

- Importanti novità sulla scelta dei **materiali da costruzione** (Paragrafo 11)

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Classificazione delle Zone Sismiche secondo il D.M. 1996 e il D.M. 2008 – Legge Regionale n.19 30-10-2008

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Classificazione delle Zone Sismiche

D.M. 1996

Si ha la suddivisione del **territorio nazionale** in **zone** dichiarate **sismiche** ai sensi della legge del febbraio 1974, n. 64

- **Zona 1:** alta sismicità
- **Zona 2:** media sismicità
- **Zona 3:** bassa sismicità
- **Zona 4:** (nuova introduzione a seguito dell'Ordinanza 3274/2003)

Per determinare le azioni sismiche è necessario considerare il grado di sismicità della **ZONA** in cui si trova l'opera da progettare.

LEGENDA	
zona 2	99
zona 3	16
zona 4	214
zona 4	22
n. Comuni coinvolti	

precedente riclassificazione (1983 - 1984)

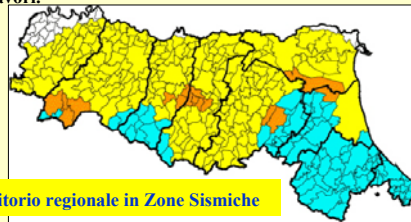
D.M. 2008

Nuova valenza assunta dalla Classificazione delle Zone Sismiche



Tale Classificazione **NON** si considera più per la determinazione delle **azioni sismiche**, in quanto *‘le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione’* (Paragrafo 3.2). Ovvero le NTC forniscono, in base ad un reticolo di riferimento, i parametri da utilizzare per definire l'azione sismica, che variano a seconda delle coordinate geografiche (**latitudine e longitudine**) del sito in cui si vuole progettare.

La classificazione del territorio italiano in Zone Sismiche rimane solo all'interno dell'**ITER BUROCRATICO** da seguire per l'avvio e la realizzazione dei lavori.



Suddivisione territoriale regionale in Zone Sismiche

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Zone Sismiche

Legge Regionale 30-10-2008 n.19 Norme per la riduzione del rischio sismico

Zone a media e alta sismicità (Zona 1 e Zona 2):

Nei comuni della regione, esclusi quelli classificati a bassa sismicità, l'avvio e la realizzazione dei lavori indicati dall'art. 9, primo comma, è subordinato al rilascio di una **autorizzazione sismica**.

(Autorizzazione sismica, Art. 11, comma [1])

Zone a bassa sismicità (Zona 3):

L'avvio e la realizzazione dei lavori è subordinato al **deposito** presso lo Sportello unico per l'edilizia del progetto esecutivo riguardante le strutture redatto dal progettista abilitato in conformità alle norme tecniche per le costruzioni.

Il progetto deve essere accompagnato da una dichiarazione del progettista che asseveri il rispetto delle norme tecniche per le costruzioni e la congruità tra il progetto esecutivo riguardante le strutture e quello architettonico, nonché il rispetto delle eventuali prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica.

(Deposito dei progetti nelle zone a bassa sismicità, Art. 13, comma [1])

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19

Norme per la riduzione del rischio sismico

Titolo II

FUNZIONI IN MATERIA SISMICA

Art. 3.

Attribuzione delle funzioni

[1] Le funzioni in materia sismica, già delegate dall'art. 149 della legge regionale **21-4-1999, n. 3**, sono confermate in capo ai comuni, che le esercitano avvalendosi stabilmente delle strutture tecniche regionali, fatto salvo quanto disposto dal secondo comma.

[2] I comuni che, nell'osservanza degli standard minimi di cui al quarto comma, intendono esercitare autonomamente le funzioni in materia sismica, in forma singola o associata, adottano e trasmettono alla regione apposito atto, entro il termine perentorio di novanta giorni dall'entrata in vigore della presente legge, indicando i provvedimenti di riordino territoriale e le misure organizzative e funzionali che decidono di assumere, tra cui la costituzione di una apposita struttura tecnica, nonché i tempi e le modalità di attuazione.

[3] I comuni che, alla data di entrata in vigore della presente legge, abbiano già effettuato il conferimento stabile ed integrato a loro forme associative, entro il termine di cui al secondo comma, comunicano la volontà di continuare ad esercitare autonomamente le funzioni in materia sismica, conformemente agli standard minimi di cui al quarto comma.

[4] La Giunta regionale definisce gli standard minimi per l'esercizio delle funzioni in materia sismica, con riferimento in particolare alla dimensione demografica del comune o della forma associativa, nonché alle caratteristiche della struttura tecnica, in ordine alla dotazione di personale avente adeguate competenze professionali per lo svolgimento delle medesime funzioni.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19

Norme per la riduzione del rischio sismico

Titolo II

FUNZIONI IN MATERIA SISMICA

Art. 3.

[5] La Giunta regionale, decorso il termine di cui al secondo comma, adegua il fabbisogno di personale da assegnare alle strutture tecniche regionali per lo svolgimento delle funzioni sismiche e provvede alla copertura dei posti vacanti, secondo le forme e le modalità previste dal Capo I della legge regionale **26-11-2001, n. 43**.

[6] Entro un anno dall'entrata in vigore della presente legge, i comuni, singoli o associati, provvedono all'attuazione dei provvedimenti e delle misure secondo gli impegni assunti, ai sensi del secondo e terzo comma.

[7] La Giunta regionale svolge il monitoraggio delle attività comunali di cui al sesto comma, sollecitando il rispetto degli impegni assunti dai comuni singoli o associati. In caso di persistente inerzia delle amministrazioni comunali o di grave ritardo, tali da compromettere il corretto esercizio delle funzioni sismiche secondo i tempi definiti dalla presente legge, la Giunta regionale assegna agli stessi enti un termine, comunque non inferiore a quindici giorni, per provvedere. Trascorso inutilmente tale termine, la Giunta regionale assume i provvedimenti sostitutivi, conferendo alle strutture tecniche regionali l'esercizio delle funzioni in materia sismica.

[8] L'avvalimento opera per un periodo non inferiore a dieci anni dall'entrata in vigore della presente legge, decorso il quale i comuni possono decidere di esercitare autonomamente, in forma singola o associata, le funzioni in materia sismica, nel rispetto degli standard di cui al quarto comma e utilizzando il personale regionale addetto, previo confronto con le organizzazioni sindacali.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19 *Norme per la riduzione del rischio sismico*

Art. 4.

Funzioni regionali di indirizzo e coordinamento

[1] La regione svolge le funzioni di indirizzo e coordinamento dell'esercizio dei compiti in materia sismica, assicurando un'adeguata consulenza alle strutture tecniche competenti. Essa promuove altresì indagini per la valutazione del rischio sismico, finalizzate alla definizione dei programmi di prevenzione sismica. A tale fine la regione può stipulare apposite convenzioni con le Università, il CNR e altri Centri specializzati. Per lo svolgimento dei propri compiti la regione si avvale di un apposito comitato Tecnico Scientifico (CTS), composto da esperti in materia sismica.

[2] La Giunta regionale provvede inoltre a:

a) definire i criteri uniformi per la formazione e l'aggiornamento del personale da assegnare alle strutture tecniche competenti in materia sismica, assicurando forme di collaborazione con gli ordini e collegi professionali per la diffusione di una cultura comune in materia sismica;

b) promuovere lo sviluppo di un sistema informativo integrato, che costituisca il supporto tecnologico alla rete delle strutture comunali, provinciali e regionali competenti in materia sismica e che consenta la gestione informatica delle pratiche sismiche.

[3] È istituito il comitato regionale per la riduzione del rischio sismico, avente lo scopo di realizzare il coordinamento politico istituzionale e una più stretta integrazione tecnico operativa tra i soggetti pubblici e privati che concorrono con la propria attività ad una maggior tutela dell'incolumità pubblica, attraverso la riduzione del rischio sismico. Il comitato ha funzioni consultive e ne fanno parte l'assessore regionale competente per materia, che lo presiede, i rappresentanti degli enti locali, designati dalla conferenza regione-Autonomie locali, nonché i rappresentanti delle categorie professionali e degli operatori privati che svolgono compiti e attività disciplinati dalla presente legge. La partecipazione al comitato è senza oneri per la regione. La Giunta regionale, con apposito atto deliberativo, regola la composizione e le modalità di funzionamento del comitato.

[4] Gli atti di indirizzo previsti dalla presente legge sono predisposti previa consultazione del comitato regionale per la riduzione del rischio sismico e sono approvati dalla Giunta regionale sentito il parere della commissione assembleare competente.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19 *Norme per la riduzione del rischio sismico*

Titolo IV

VIGILANZA SU OPERE E COSTRUZIONI PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Art. 9.

Ambito di applicazione

[1] Le disposizioni del presente Titolo si applicano a tutti i lavori di nuova costruzione, di recupero del patrimonio edilizio esistente e di sopraelevazione, relativi a edifici privati, ad opere pubbliche o di pubblica utilità e altre costruzioni, comprese le varianti sostanziali ai progetti presentati.

[2] La variante al progetto è da considerare sostanziale, ai sensi dell'art. 18 della legge regionale 25-11-2002, n. 31, quando comporta variazioni degli effetti dell'azione sismica o delle resistenze delle strutture o della loro duttilità.

[3] Sono esclusi dall'ambito di applicazione del presente Titolo gli interventi dichiarati dal progettista abilitato privi di rilevanza ai fini della pubblica incolumità. Tale dichiarazione è contenuta nell'asseverazione che accompagna il titolo edilizio, ai sensi degli artt. 10 e 13 della legge regionale 25-11-2002, n. 31. All'asseverazione devono essere allegati gli elaborati tecnici, analitici o grafici, atti a dimostrare che l'intervento è privo di rilevanza ai fini sismici.

[4] La Giunta regionale, prima dell'entrata in vigore del presente Titolo, assume appositi indirizzi per individuare gli interventi privi di rilevanza ai fini della pubblica incolumità ed i casi in cui le varianti riguardanti parti strutturali non rivestono carattere sostanziale, nonché gli elaborati progettuali con cui dimostrare la ricorrenza di tali ipotesi.

[5] Le disposizioni del presente Titolo trovano applicazione anche per la realizzazione di interventi nell'ambito di opere pubbliche e di pubblica utilità ad esclusione delle opere progettate dalle strutture tecniche regionali competenti in materia sismica, per le quali la validazione del progetto ai sensi del decreto legislativo 12-4-2006, n. 163 tiene luogo dell'autorizzazione o del deposito di cui agli artt. 11 e 13 della presente legge.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19

Norme per la riduzione del rischio sismico

L'unico riferimento alla definizione di varianti strutturali di carattere sostanziale, precedente all'entrata in vigore della legge 19 è il presente:

In base all'Articolo 6 della Legge Regionale n.123

Si individuano come VARIANTI che modificano sostanzialmente gli effetti delle azioni sismiche sulla struttura i casi di:

- adozione di un sistema costruttivo diverso da quello previsto nel progetto depositato;
- variazioni negli elementi resistenti (anche quelli non strutturali se considerati resistenti) tali da modificare lo schema di calcolo, come:
 - variazioni tipologia o dimensioni strutture di fondazione;
 - variazioni organizzazione e/o dimensioni strutture in pianta e/o in altezza (sopraelevazioni e piani interrati non previsti)
 - variazioni distanze di posizionamento e/o lunghezza di elementi resistenti (travi, pilastri, pareti, muri portanti, solai) superiori al 5%;
 - variazioni del momento di inerzia di singoli elementi superiori al 15% rispetto il progetto iniziale;
- variazioni nell'entità delle masse che insistono sulla struttura, qualora il carico totale (permanente + accidentale completo) di un impalcato sia superiore del 20% rispetto quello iniziale, ovvero qualora il carico totale dell'intera struttura sia superiore al 10%.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19

Norme per la riduzione del rischio sismico

Art. 10.

Rapporto con il titolo abilitativo edilizio

[1] I lavori previsti dal titolo abilitativo edilizio non possono essere iniziati fino a quando non sia stata rilasciata l'autorizzazione sismica o effettuato il deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture nei casi previsti rispettivamente dagli artt. 11 e 13.

[2] Per le opere non soggette a titolo abilitativo ai sensi dell'art. 7 della legge regionale **25-11-2002, n. 31**, la validazione del progetto deve avvenire dopo il rilascio dell'autorizzazione sismica o dopo il deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture.

[3] Per assicurare che nella redazione del progetto architettonico si sia tenuto debitamente conto delle esigenze di riduzione del rischio sismico, la domanda per il rilascio del permesso di costruire e la denuncia di inizio attività sono corredate, a scelta del committente, da una delle seguenti documentazioni:

a) l'istanza dell'autorizzazione preventiva o la denuncia di deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture, di cui agli artt. 11 e 13 e la relativa documentazione;

b) l'indicazione del progettista abilitato che cura la progettazione strutturale dell'intero intervento e una dichiarazione di quest'ultimo che asseveri il rispetto delle norme tecniche per le costruzioni e delle prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica. Alla dichiarazione deve essere allegata una relazione tecnica che illustra le scelte progettuali operate per assicurare l'integrazione della struttura nel progetto architettonico, corredata dagli elaborati grafici relativi agli schemi e alle tipologie della stessa struttura. I contenuti di tale documentazione sono definiti dalla Giunta regionale con apposito atto di indirizzo, da emanarsi prima dell'entrata in vigore del presente Titolo IV.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Art. 11.

Autorizzazione sismica

[1] Nei comuni della regione, esclusi quelli classificati a bassa sismicità, l'avvio e la realizzazione dei lavori indicati dall'art. 9, primo comma, è subordinato al rilascio di una autorizzazione sismica.

[2] Sono sempre soggetti a preventiva autorizzazione sismica, anche se ricadenti in comuni a bassa sismicità:

a) gli interventi edilizi in abitati dichiarati da consolidare di cui all'art. 61 del decreto del Presidente della Repubblica 6-6-2001, n. 380 ;

b) i progetti presentati a seguito di accertamento di violazione delle norme antisismiche;

c) gli interventi relativi ad edifici di interesse strategico e alle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, nonché relativi agli edifici e alle opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un loro eventuale collasso, di cui all'art. 20, quinto comma, della legge 28-2-2008, n. 31 ;

d) le sopraelevazioni degli edifici di cui all'art. 90, primo comma, del decreto del Presidente della Repubblica 6-6-2001, n. 380 .

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Art. 11.

Autorizzazione sismica

[3] Negli abitati da consolidare, i comuni si avvalgono della struttura tecnica competente in materia sismica anche per il rilascio dell'autorizzazione prevista dall'art. 61 del decreto del Presidente della Repubblica 6-6-2001, n. 380 e per la vigilanza sui relativi interventi. In tale ipotesi, l'autorizzazione sismica di cui al secondo comma, lettera a), del presente art. assorbe e sostituisce quella prevista dall'art. 61 del decreto del Presidente della Repubblica 6-6-2001, n. 380 .

[4] L'autorizzazione rilasciata per interventi di sopraelevazione degli edifici ha il valore e gli effetti della certificazione di cui all'art. 90, secondo comma, del decreto del Presidente della Repubblica 6-6-2001, n. 380 .

[5] L'autorizzazione sismica ha validità per cinque anni, a decorrere dalla data di comunicazione al richiedente del rilascio. Essa decade a seguito dell'entrata in vigore di contrastanti previsioni legislative o di piano ovvero di nuove norme tecniche per le costruzioni, salvo che i lavori siano già iniziati e vengano completati secondo quanto stabilito dalla vigente normativa.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19 *Norme per la riduzione del rischio sismico*

LEGGE 28 febbraio 2008, n. 31

Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 dicembre 2007, n.248, recante proroga di termini previsti da disposizioni legislative e disposizioni urgenti in materia finanziaria.

L'articolo 20 è stato sostituito dal seguente:

Art. 20. – (Regime transitorio per l'operatività della revisione delle norme tecniche per le costruzioni). –

1. Il termine di cui al comma 2-bis dell'articolo 5 del decreto-legge 28 maggio 2004, n.136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, e successive modificazioni, già prorogato al 31 dicembre 2007, ai sensi dell'articolo 3, comma 4-bis, del decreto-legge 28 dicembre 2006, n.300, convertito, con modificazioni, dalla legge 26 febbraio 2007, n.17, è differito al 30 giugno 2009.

2. A seguito dell'entrata in vigore della revisione generale delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 14 settembre 2005., durante il periodo di cui all'articolo 5, comma 2-bis, del citato decreto-legge n.136 del 2004, come, da ultimo, modificato dal comma 1 del presente articolo, in alternativo all'applicazione della suddetta revisione generale è possibile l'applicazione del citato decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 14 settembre 2005 oppure i decreti del Ministero dei lavori pubblici 20/11/1987, 3/12/1987, 11/03/1988, 4/05/1990, 9/01/1996 e 16/01/1996.

3. Per le costruzioni e le opere infrastrutturali iniziate, nonché per quelle per le quali le amministrazioni aggiudicatrici abbiano affidato lavori o avviato progetti definitivi o esecutivi prima dell'entrata in vigore della revisione generale delle NTC 2005, continua ad applicarsi la normativa tecnica utilizzata per la redazione dei progetti, fino all'ultimazione dei lavori e all'eventuale collaudo.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19 *Norme per la riduzione del rischio sismico*

4. Con l'entrata in vigore della revisione generale di cui al *comma 2*, il differimento del termine di cui al *comma 1* non opera per le verifiche tecniche e le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici di interesse strategico e alle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, nonché relativi agli edifici ed alle opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un loro eventuale collasso di cui al **decreto del Capo del Dipartimento della protezione civile 21 ottobre 2003 di attuazione dell'Art.2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n.3274, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n.72 dell'8 maggio**

2003



DECRETO PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 21 OTTOBRE 2003

ALLEGATO 1 - Elenco B - "CATEGORIE DI EDIFICI ED OPERE INFRASTRUTTURALI DI COMPETENZA STATALE CHE POSSONO ASSUMERE RILEVANZA IN RELAZIONE ALLE CONSEGUENZE DI UN EVENTUALE COLLASSO"

Edifici pubblici o comunque destinati allo svolgimento di funzioni pubbliche nell'ambito dei quali siano normalmente presenti comunità di dimensioni significative, nonché edifici e strutture aperti al pubblico suscettibili di grande affollamento, il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane.

Strutture il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di danni ambientali. Edifici il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19 *Norme per la riduzione del rischio sismico*

5. Le verifiche tecniche di cui all'articolo 2, comma 3 dell'ordinanza 3274 del 2003, ad esclusione degli edifici e delle opere progettate in base alle norme sismiche vigenti dal 1984, devono essere effettuate a cura dei rispettivi proprietari entro il 31 dicembre 2010, e riguardare in via prioritaria edifici e opere ubicati nelle zone sismiche 1 e 2.

6. Con apposito decreto del Ministero delle infrastrutture è istituito, fino al 30 giugno 2009, senza nuovi o maggiori oneri a carico della finanza pubblica, una commissione consultiva, con rappresentanti delle regioni degli enti locali, nonché delle associazioni imprenditoriali e degli ordini professionali interessati, per il monitoraggio delle revisioni generali delle Norme Tecniche di cui al comma 2, anche al fine degli adeguamenti normativi che si rendano necessari, previa intesa con la Conferenza unificata di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n.281, e successive modificazioni, alla scadenza del periodo transitorio indicato al comma 1.

7. La partecipazione alla commissione di cui al comma 6 non dà luogo alla corresponsione di compensi, emolumenti, indennità, o rimborsi spese.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19 *Norme per la riduzione del rischio sismico*

Art. 12.

Procedimento di autorizzazione

[1] L'istanza volta ad ottenere l'autorizzazione sismica è presentata allo Sportello unico per l'edilizia del comune competente per territorio. All'istanza deve essere allegato il progetto esecutivo riguardante le strutture, redatto in conformità alle norme tecniche per le costruzioni e alle disposizioni di cui all'art. 93, commi 3, 4 e 5 del decreto del Presidente della Repubblica 6-6-2001, n. 380.

Il progetto deve essere accompagnato da una dichiarazione del progettista abilitato che asseveri il rispetto delle norme tecniche per le costruzioni e delle prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, nonché la congruità tra il progetto esecutivo riguardante le strutture e quello architettonico. I contenuti del progetto esecutivo riguardante le strutture sono definiti dalla Giunta regionale con apposito atto di indirizzo, da emanarsi prima dell'entrata in vigore del presente Titolo IV.

[2] Al fine di assicurare il supporto tecnico per la predisposizione degli elaborati tecnici progettuali di cui al primo comma, la struttura competente in materia sismica fornisce, su richiesta degli interessati, indicazioni e chiarimenti sull'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni.

[3] Lo Sportello unico per l'edilizia trasmette immediatamente la documentazione di cui al primo comma alla struttura tecnica competente, la quale ne verifica la regolarità e completezza.

[4] Nel corso dell'istruttoria dell'istanza di autorizzazione, per una sola volta, la medesima struttura richiede agli interessati, anche convocandoli per una audizione, i chiarimenti necessari, l'integrazione della documentazione presentata e la rimozione delle irregolarità e dei vizi formali riscontrati nella documentazione presentata. La richiesta di integrazione documentale interrompe il termine per il rilascio dell'autorizzazione, di cui al sesto comma, il quale riprende a decorrere, per intero, dalla data di ricevimento degli atti richiesti.

[5] L'autorizzazione viene rilasciata dal responsabile della struttura tecnica competente, a seguito della verifica della conformità del progetto ai contenuti della normativa tecnica nonché alle eventuali prescrizioni sismiche previste dagli strumenti di pianificazione.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19 *Norme per la riduzione del rischio sismico*

Art. 12.

Procedimento di autorizzazione

[6] L'autorizzazione è rilasciata entro il termine di sessanta giorni, decorrente dalla data di presentazione dell'istanza. Il provvedimento conclusivo del procedimento, di autorizzazione o di diniego, è comunicato per iscritto al richiedente e trasmesso allo Sportello unico per l'edilizia del comune competente per territorio.

[7] Il responsabile del procedimento prima della formale adozione di un provvedimento negativo comunica tempestivamente ai richiedenti i motivi che ostano all'accoglimento della domanda. Entro il termine di dieci giorni dal ricevimento della comunicazione i richiedenti hanno il diritto di presentare per iscritto le loro osservazioni, eventualmente corredate da documenti. Dell'eventuale mancato accoglimento di tali osservazioni è data ragione nella motivazione del provvedimento finale. Il termine per concludere il procedimento:

a) è interrotto e ricomincia a decorrere per intero dalla data di presentazione delle osservazioni;
b) è sospeso e continua a decorrere per il periodo residuo se entro il termine non sono presentate osservazioni.

[8] Avverso il provvedimento relativo alla domanda di autorizzazione è ammesso il ricorso al Presidente della Giunta regionale che decide con provvedimento definitivo; il ricorso deve essere presentato entro trenta giorni dalla comunicazione del provvedimento.

[9] Sono fatte salve le disposizioni di cui agli artt. 24 e 25 del decreto legislativo 31-3-1998, n. 112 e le relative norme di attuazione, in materia di impianti produttivi.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Legge Regionale 30-10-2008 n.19 *Norme per la riduzione del rischio sismico*

Art. 13.

Deposito dei progetti nelle zone a bassa sismicità

[1] Fatto salvo quanto previsto dall'art. 11, secondo comma, nei comuni della regione classificati a bassa sismicità l'avvio e la realizzazione dei lavori indicati dall'art. 9, primo comma, è subordinato al deposito presso lo Sportello unico per l'edilizia del progetto esecutivo riguardante le strutture redatto dal progettista abilitato in conformità alle norme tecniche per le costruzioni e alle disposizioni di cui all'art. 93, commi 3, 4 e 5 del decreto del Presidente della Repubblica 6-6-2001, n. 380. Il progetto deve essere accompagnato da una dichiarazione del progettista che asseveri il rispetto delle norme tecniche per le costruzioni e la congruità tra il progetto esecutivo riguardante le strutture e quello architettonico, nonché il rispetto delle eventuali prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica.

[2] Al fine di assicurare il supporto tecnico per la predisposizione degli elaborati tecnici progettuali di cui al primo comma, la struttura competente in materia sismica, in via preliminare e su richiesta degli interessati, fornisce chiarimenti ed indicazioni sull'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni.

[3] Il progetto esecutivo concernente le strutture e le relative asseverazioni sono presentati allo Sportello unico per l'edilizia, il quale procede alla verifica di completezza e regolarità della documentazione presentata, nell'ambito dell'attività di cui all'art. 11, primo comma, lettera a), e all'art. 13, terzo comma della legge regionale 25-11-2002, n. 31, e restituisce all'interessato l'attestazione dell'avvenuto deposito.

[4] La struttura competente, nel corso dei controlli sui titoli edilizi previsti dagli artt. 11, terzo e quarto comma, e 17 della legge regionale 25-11-2002, n. 31, procede all'esame dei progetti depositati nonché dei lavori in corso o ultimati, per verificare l'osservanza alle norme tecniche per le costruzioni.

[5] Il deposito del progetto esecutivo riguardante le strutture ha validità per cinque anni a decorrere dalla data di attestazione dell'avvenuto deposito. In merito alla decadenza del deposito trova applicazione quanto disposto dall'art. 11, quinto comma. Trova altresì applicazione quanto previsto dal primo comma, ultimo periodo, e dal nono comma dell'art. 12.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Comportamento delle strutture soggette ad azioni sismiche

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Comportamento delle strutture soggette ad azioni sismiche

L'entità delle **forze sismiche** è funzione delle **caratteristiche di deformazione** della struttura, che dipendono:

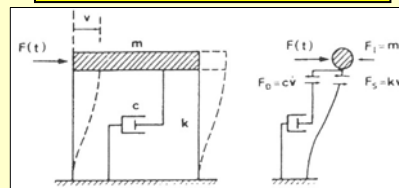
- dai **periodi di vibrazione** associati ai **modi di vibrare principali**:

tale aspetto è rappresentato dalla **forma** degli **spettri di risposta elastici** ricavati per l'**oscillatore semplice**, che presentano valori dell'accelerazione spettrale minori per i periodi più alti, determinando così una riduzione delle sollecitazioni sismiche nel caso di strutture deformabili

- dalla **capacità di dissipazione energetica** della struttura:

tale aspetto costituisce la possibilità di dissipare una **parte dell'energia del terremoto** attraverso escursioni in **campo plastico** della struttura, le quali devono essere compatibili con le capacità di deformazione plastica possedute dalla struttura stessa.

Definizione dello spettro di risposta elastico



Oscillatore semplice: è un sistema costituito dall'assemblaggio di una **massa**, una **molla elastica** ed uno **smorzatore** che vogliono rappresentare le tre caratteristiche dinamiche essenziali dei sistemi strutturali reali, cioè l'inerzia della masse in gioco, la loro reattività alla deformazione e la loro capacità di dissipare energia durante il moto.

L'equazione differenziale del moto dell'oscillatore semplice soggetto ad un evento sismico:

$$m \cdot \ddot{x}(t) + c \cdot \dot{x}(t) + F(x, t) = m \cdot a_g(t)$$

dove:

$a_g(t)$: accelerazione al suolo

$x(t)$: spostamento orizzontale dell'oscillatore

$F(x, t)$: legge forza-spostamento dell'oscillatore che nel caso di comportamento elastico assume la forma $F(x, t) = k \cdot x(t)$

Forzante esterna

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Integrale di Duhamel e spostamento spettrale

La **SOLUZIONE** dell'equazione differenziale del moto per forzanti di tipo sismico conduce ad esprimere lo spostamento $x(t)$ mediante

l'integrale di Duhamel

$$x(t) = -\frac{1}{\omega_D} \cdot \int_0^t a_g(\tau) \cdot e^{-\xi\omega(t-\tau)} \cdot \sin \omega_D(t-\tau) d\tau$$

$$\approx -\frac{1}{\omega} \cdot \int_0^t a_g(\tau) \cdot e^{-\xi\omega(t-\tau)} \cdot \sin \omega_D(t-\tau) d\tau$$

in cui

- $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{2\pi}{T}$ **pulsazione** del sistema (T è il periodo proprio)
- $\xi = \frac{c}{2\omega m}$ **fattore di smorzamento** del sistema
- $\omega_D = \omega \cdot \sqrt{1-\xi^2}$ **pulsazione delle oscillazioni smorzate**

Nella progettazione di strutture soggette ad azioni sismiche interessa conoscere i **VALORI MASSIMI assoluti della risposta strutturale** e il **massimo valore dello spostamento x** per l'assegnata accelerazione al suolo a_g si ottiene quando è massimo l'integrale presente nell'espressione precedente e si definisce **Spostamento Spettrale**:

$$S_d = \frac{1}{\omega} \cdot \left\{ \int_0^t a_g(\tau) \cdot e^{-\xi\omega(t-\tau)} \cdot \sin \omega_D(t-\tau) d\tau \right\}_{\max}$$

A partire dallo Spostamento Spettrale si definiscono successivamente

Velocità Spettrale

$$S_v = \omega \cdot S_d$$

Accelerazione Spettrale

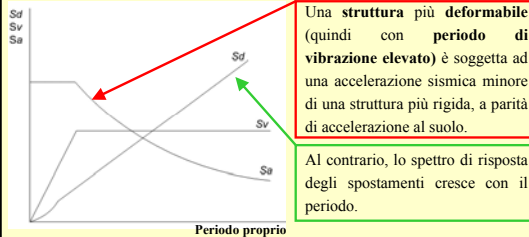
$$S_a = \omega \cdot S_v = \omega^2 \cdot S_d$$

$$F_{\max} = m \cdot S_a$$

quest'ultima consente di valutare l'azione sismica massima sulla struttura

- L'**accelerazione spettrale** S_a è funzione della forma e dell'intensità dell'accelerazione al suolo a_g , del periodo proprio dell'oscillatore e del fattore di smorzamento.
- L'involuppo delle accelerazioni spettrali valutate sull'oscillatore semplice per vari terremoti, rapportato all'accelerazione di picco al suolo a_{\max} , costituisce lo **Spettro di risposta elastico** normalizzato: $R_e(T) = \frac{S_a(T)}{a_{\max}}$

Si può osservare come lo **spettro di risposta dell'accelerazione DIMINUISCE all'aumentare del periodo** della struttura:



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Periodo proprio di vibrazione della struttura

Le **verifiche agli stati limite ultimi** se non vengono effettuate tramite l'uso di opportuni accelerogrammi ed analisi dinamiche al passo, ai fini del progetto o della verifica delle strutture, le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarigidità e dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso, lo **Spettro di progetto $S_d(T)$** da utilizzare, sia per la componente verticale che orizzontale, è lo spettro elastico corrispondente. (Paragrafo 3.2.3.5).

Per utilizzare tale Spettro è fondamentale la determinazione del **periodo proprio di vibrazione** della struttura, grazie al quale si può entrare nel diagramma e risalire a $S_d(T)$: (Par. 7.3.3.2)

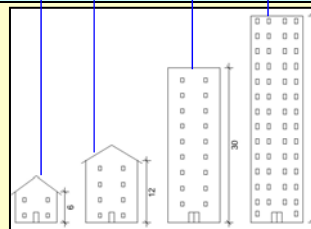
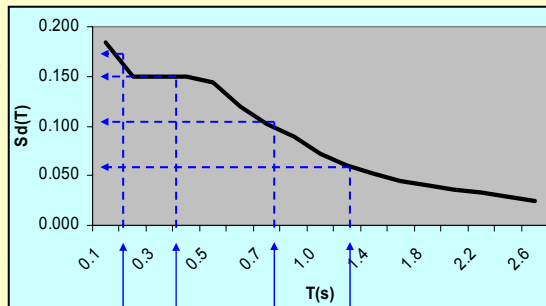
dove:

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$$

- $C_1 = 0,085$ costruzioni con struttura a telaio in acciaio
- $0,075$ costruzioni con **struttura a telaio in c.a.**
- $0,050$ costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura

H = altezza della costruzione dal piano di fondazione [m]

Spettro di progetto D.M. 2008



$T = 0,2 \text{ sec}$ $T = 0,4 \text{ sec}$ $T = 0,9 \text{ sec}$ $T = 1,3 \text{ sec}$

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Accelerogramma e relativi Spettri

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

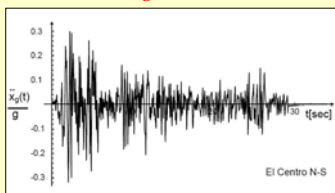
Accelerogramma e relativi Spettri S_d, S_v, S_a

Accelerogramma: grafico nel quale è riportata la registrazione dell'accelerazione al suolo in una particolare direzione di un evento sismico.

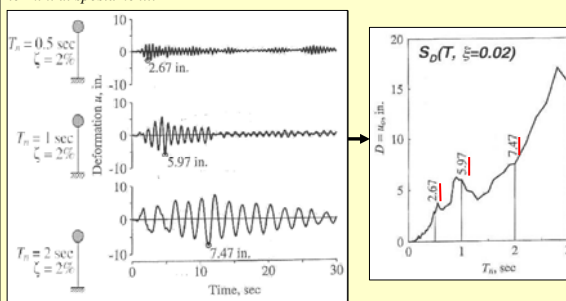
Ogni accelerogramma descrive quindi una componente, orizzontale o verticale, dell'azione sismica e l'insieme delle tre componenti (due orizzontali, tra loro ortogonali ed una verticale) costituisce un gruppo di accelerogrammi. (Paragrafo 3.2.3.6)

Accelerogramma del terremoto avvenuto a EL Centro nel 1940, California.

Magnitudo 6,7 scala Richter



Partendo dall'accelerogramma e facendone l'integrazione si ottiene l'andamento degli Spostamenti: da tale andamento, nel caso di un oscillatore di periodo 0,5 sec e indice di smorzamento 0,02, si evidenzia il valore massimo dello spostamento pari a 2,67 pollici: ripetendo tale operazione, mantenendo costante l'indice di smorzamento e aumentando il periodo, si ottengono i massimi valori di spostamento: le coppie (T, Spostamento max) consentono di definire per punti lo Spettro S_d in termini di spostamenti.

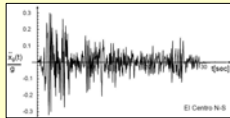


Dalla storia temporale della deformazione si può determinare lo Spettro di Risposta elastico in termini di Spostamento ottenuto considerando i soli **VALORI MASSIMI** della risposta.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

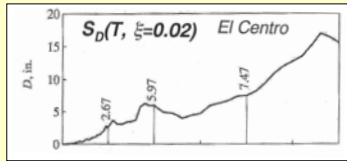
Accelerogramma e relativi Spettri

Accelerogramma del terremoto avvenuto a
EL Centro nel 1940, California.



Magnitudo 6,7
scala Richter

Determinato così lo Spettro in termini di Spostamento

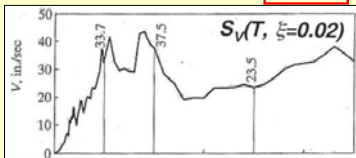


si può giungere alla determinazione dello

Spettro in termini di Velocità

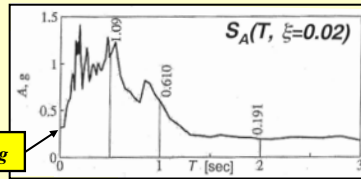
$$S_v = \omega \cdot S_d$$

Pulsazione
naturale



e dello Spettro in termini di Accelerazione

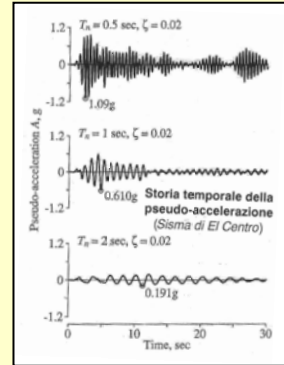
$$S_a = \omega^2 \cdot S_d$$



PGA = 0,3 g

Diagramma delle
pseudo-accelerazioni di
oscillatori semplici di
diverso periodo, ma con
indice di smorzamento
costante.

I valori massimi sono
quelli utilizzati per la
determinazione dello
spettro in termini di
accelerazione.



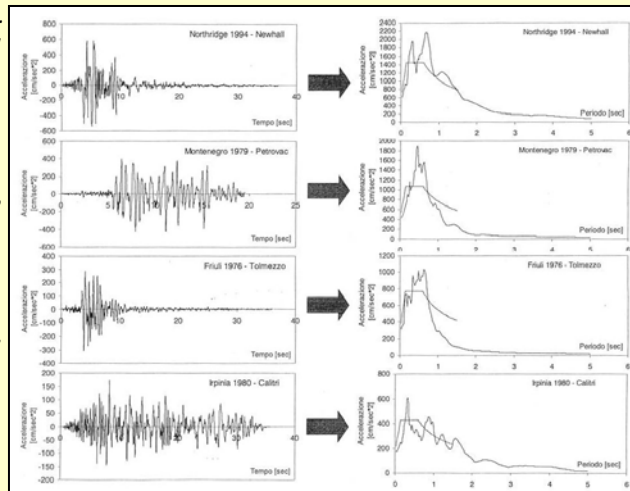
Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Spettro di progetto

Gli spettri precedentemente
determinati possono essere usati per
il progetto: conoscendo il periodo T
della struttura, si ricavano i valori
in ordinata in funzione dell'indice
di smorzamento della struttura.

Questo però è lecito solo se sul sito
in cui si trova la struttura in oggetto
si ha un accelerogramma uguale a
quello a cui si riferiscono tali
spettri.

Poiché è difficile che questo accada,
sono stati esaminati una
moltitudine di accelerogrammi,
costruite le curve corrispondenti ed
infine si è individuata una curva
che le ingloba, ovvero una curva di
inviluppo da utilizzare come
strumento di progetto.



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Magnitudo e PGA

La **SCALA RICHTER** è la prima scala oggettiva di valutazione dell'intensità di un sisma ed è basata sulla misura della

MAGNITUDO

La **misura della magnitudo** passa dalla definizione di **sismometro standard**, definito come il sismografo posizionato a 100 km dall'epicentro e che durante un evento sismico ha misurato una massima ampiezza pari ad A e con minima ampiezza registrabile A₀ pari ad un millesimo di millimetro (1 μm)

Con tale strumento può definirsi la

$$\text{MAGNITUDO LOCALE (M)} = \log_{10} A - \log_{10} A_0$$

Esistono delle formule che permettono di legare il valore della Magnitudo ad altre grandezze quali:

$$L = \text{lunghezza di faglia [km]} \rightarrow \log_{10} L = 1,32 M - 7,99$$

$$D = \text{scorrimento di faglia [m]} \rightarrow \log_{10} D = 0,55 M - 3,71$$

$$a_{\max} = \text{accelerazione massima al suolo [cm/s}^2] \rightarrow 6 M^2 \leq a_{\max} \leq 12 M^2$$

Elementi di costruzioni antisismiche (Como-Lanni)

M	L [km]	D [m]	A _{max} [cm/s ²]	A _{max} [g]
5	0,04	0,11	150 - 300	0,15 - 0,3
8	370	5	384 - 768	0,38 - 0,77

La **PGA** è l'accelerazione del terreno e rappresenta il **Valore di Ancoraggio dello Spettro** (ordinata iniziale dello Spettro).

Tale valore nell' **ORDINANZA 2003 N. 3274** (*Allegato 1*) era così definito:

ORDINANZA 2003 N.3274	
ZONA	PGA [a _g /g]
1	0,35 g = 350 cm/s ²
2	0,25 g = 250 cm/s ²
3	0,15 g = 150 cm/s ²
4	0,05 g = 50 cm/s ²

Con il **D.M. 2008** la **PGA** è chiamata **a_g** e il suo valore si ottiene a partire dall'individuazione del sito di progetto su un reticolo di riferimento, definito da normativa, attraverso le coordinate geografiche (**latitudine e longitudine**).

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Magnitudo e PGA

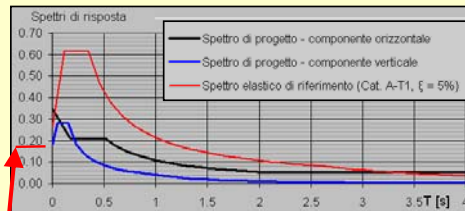
RAN - RETE ACCELEROMETRICA NAZIONALE

TERREMOTO DEL 6 APRILE 2009 - ore 01:32 (UTC) - AQUILANO - M = 5.8

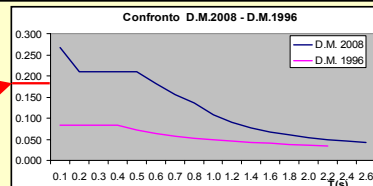
N.	Codice record	Codice stazione acc.	Località	Provincia	Regione	Lat N	Long E	PGA (cm/s ²)	Distanza epicentrale (Km)
1	GX066	aav	L'Aquila - V. Aterno - Centro Valle	L'Aquila	ABRUZZO	42,377	13,344	662.599	4.80



PGA rilevata 0.66 g



PGA di progetto 0.2 g



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Magnitudo e PGA

Magnitudo 5.8

N.	Codice record	Codice stazione acc.	Località	Provincia	Regione	Lat N	Long E	PGA (cm/s ²)	Distanza epicentrale (Km)
1	GX066	agv	L'Aquila - V. Aterno - Centro Valle	L'Aquila	ABRUZZO	42,377	13,344	662,599	4,80
2	FA030	agq	L'Aquila - V. Aterno - Colle Grilli	L'Aquila	ABRUZZO	42,373	13,3	504,921	4,30
3	CU104	aga	L'Aquila - V. Aterno - F. Aterno	L'Aquila	ABRUZZO	42,376	13,339	478,000	5,80
4	AM043	agk	Aquil PARK ing.	L'Aquila	ABRUZZO	42,376	13,401	366,285	5,60
5	EF021	gsa	GRAN SASSO (Assergi)	L'Aquila	ABRUZZO	42,421	13,519	148,862	18,00
6	TK033	cln	CELANO	L'Aquila	ABRUZZO	42,027	13,521	89,381	31,60
7	BI106	avz	AVEZZANO	L'Aquila	ABRUZZO	42,027	13,426	67,687	34,90
8	CR008	orc	ORTUCCHIO	L'Aquila	ABRUZZO	41,954	13,642	64,399	49,40
9	BY048	mtr	MONTEREALE	L'Aquila	ABRUZZO	42,524	13,245	62,233	22,40
10	CR003	sul	SULMONA	L'Aquila	ABRUZZO	42,089	13,934	33,656	56,50
11	EK007	cht	CHIETI	Chieti	ABRUZZO	42,370	14,148	29,411	67,10
12	GE1463	gsq	GRAN SASSO (Lab. INFN galleria)	L'Aquila	ABRUZZO	42,460	13,550	29,165	22,60
13	BX007	fmg	FIAMIGNANO	Rieti	LAZIO	42,268	13,117	26,352	19,30
14	DF006	ant	ANTRODOCO	Rieti	LAZIO	42,418	13,079	25,939	23,10
15	BY003	cso1	CARSOLI 1	L'Aquila	ABRUZZO	42,101	13,088	18,295	33,00
16	EI160	boj	BOJANO	Campobasso	MOLISE	41,484	14,472	14,171	133,50
17	BH003	cds	CASTEL DI SANGRO	L'Aquila	ABRUZZO	41,787	14,112	9,956	88,50
18	BN048	tmo	TERMOLI	Campobasso	MOLISE	41,989	14,975	9,843	140,90
19	ZC002	lss	LEONESSA	Rieti	LAZIO	42,558	12,969	9,625	39,10
20	HB060	spo	SPOLETO	Perugia	UMBRIA	42,734	12,741	9,585	65,90
21	B5029	css	CASSINO	Latina	LAZIO	41,486	13,823	9,436	102,70
22	CU008	mmp1	MOMPEO 1	Rieti	LAZIO	42,249	12,748	8,855	49,20
23	BW024	spc	SPOLETO (cantina)	Perugia	UMBRIA	42,743	12,740	7,572	66,70
24	BC018	isr	ISERNIA	Isernia	MOLISE	41,611	14,236	7,186	109,70
25	AL104	ptf	PETRELLA TIFERNINA	Campobasso	MOLISE	41,696	14,702	6,855	133,70
26	CQ001	sbc	SUBIACO	Roma	LAZIO	41,913	13,106	6,680	50,50
27	CB004	ass	ASSISI	Perugia	UMBRIA	43,075	12,604	6,050	101,70
28	AY026	scp	SERRACAPRIOLA	Foggia	PUGLIA	41,807	15,165	5,621	162,40
29	IY045	ssr	S. SEVERO	Foggia	PUGLIA	41,691	15,374	5,349	183,40

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Magnitudo e PGA

Magnitudo 5.3

N.	Codice record	Codice stazione acc.	Località	Provincia	Regione	Lat N	Long E	PGA (cm/s ²)	Distanza epicentrale (Km)
1	EF068	gsa	GRAN SASSO (Assergi)	L'Aquila	ABRUZZO	42,421	13,519	276,630	16,70
2	FA194	agq	L'Aquila - V. Aterno - Colle Grilli	L'Aquila	ABRUZZO	42,373	13,3	146,078	15,20
3	GX333	agv	L'Aquila - V. Aterno - Centro Valle	L'Aquila	ABRUZZO	42,377	13,344	144,637	15,10
4	B0382	agm	L'Aquila - V. Aterno - Il Moro	L'Aquila	ABRUZZO	42,376	13,349	121,172	14,90
5	VN048	agp	L'Aquila - V. Aterno - M. Pettino	L'Aquila	ABRUZZO	42,376	13,369	92,366	14,00
6	AM383	agk	Aquil PARK ing.	L'Aquila	ABRUZZO	42,376	13,401	89,064	9,30
7	AI015	agf	L'Aquila - V. Aterno - Ferriera	L'Aquila	ABRUZZO	42,381	13,355	77,677	14,80
8	AZ009	bzz	BAZZANO (cabina ENEL)	L'Aquila	ABRUZZO	42,337	13,469	68,144	7,00
9	BY098	mtr	MONTEREALE	L'Aquila	ABRUZZO	42,524	13,245	35,211	33,10
10	BI026	avz	AVEZZANO	L'Aquila	ABRUZZO	42,027	13,426	30,391	27,70
11	TK011	cln	CELANO	L'Aquila	ABRUZZO	42,085	13,521	30,373	21,60
12	GE1576	gsq	GRAN SASSO (Lab. INFN galleria)	L'Aquila	ABRUZZO	42,460	13,550	28,918	21,60
13	CR007	sul	SULMONA	L'Aquila	ABRUZZO	42,089	13,934	24,867	44,00
14	DF016	ant	ANTRODOCO	Rieti	LAZIO	42,418	13,079	20,921	35,60
15	AJ003	scn	SCANNO	L'Aquila	ABRUZZO	41,919	13,872	19,394	52,10
16	CR034	orc	ORTUCCHIO	L'Aquila	ABRUZZO	41,954	13,642	15,631	38,70
17	BX017	fmg	FIAMIGNANO	Rieti	LAZIO	42,268	13,117	11,925	28,60
18	EK009	cht	CHIETI	Chieti	ABRUZZO	42,370	14,148	11,595	57,30
19	BY008	cso1	CARSOLI 1	L'Aquila	ABRUZZO	42,101	13,088	8,036	36,60
20	ZC007	lss	LEONESSA	Rieti	LAZIO	42,558	12,969	6,335	51,50
21	BD008	psc	PESCASEROLI	L'Aquila	ABRUZZO	42,812	12,789	5,244	58,00
22	HB063	spo	SPOLETO	Perugia	UMBRIA	42,734	12,741	5,201	78,30
23	CU011	mmp1	MOMPEO 1	Rieti	LAZIO	42,249	12,748	4,528	79,00
24	BW027	spc	SPOLETO (cantina)	Perugia	UMBRIA	42,743	12,740	4,481	79,00
25	EI162	boj	BOJANO	Campobasso	MOLISE	41,484	14,472	4,421	121,30
26	CB007	ass	ASSISI	Perugia	UMBRIA	43,075	12,604	3,789	113,30
27	BS030	css	CASSINO	Latina	LAZIO	41,486	13,823	3,712	92,70
28	BH004	cds	CASTEL DI SANGRO	L'Aquila	ABRUZZO	41,787	14,112	3,651	76,20
29	CR001	sbc	SUBIACO	Roma	LAZIO	41,913	13,106	3,583	50,00

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Magnitudo e PGA

Magnitudo 4.8

N.	Codice record	Codice stazione acc.	Località	Provincia	Regione	Lat N	Long E	PGA (cm/s ²)	Distanza epicentrale (Km)
1	GX225	agv	L'Aquila - V. Aterno - Centro Valle	L'Aquila	ABRUZZO	42,377	13,344	149,997	8,40
2	BY081	mtr	MONTEREALE	L'Aquila	ABRUZZO	42,524	13,245	65,439	12,80
3	AM325	aqk	Aquil PARK ing.	L'Aquila	ABR			40,627	12,20
4	BX015	fmg	FIAMIGNANO	Rieti	LAZ			11,925	28,80
5	ZC005	lss	LEONESSA	Rieti	LAZ			6,335	34,70
6	EN033	nor	NORCIA	Perugia	UMBRIA	42,792	13,092	5,257	44,00
7	EK008	cht	CHIETI	Chieti	ABRUZZO	42,370	14,148	5,047	65,10
8	BI024	avz	AVEZZANO	L'Aquila	ABRUZZO	42,027	13,426	5,010	47,40
9	CR005	sul	SULMONA	L'Aquila	ABRUZZO	42,089	13,934	4,499	61,90
10	HB062	spo	SPOLETO	Perugia	UMBRIA	42,734	12,741	4,379	60,00
11	BW026	spc	SPOLETO (cantina)	Perugia	UMBRIA	42,743	12,740	4,204	60,60
12	DF014	ant	ANTRODOCO	Rieti	LAZIO	42,418	13,079	3,965	23,80
13	TK009	cln	CELANO	L'Aquila	ABRUZZO	42,085	13,521	3,922	42,60
14	CR024	orc	ORTUCCHIO	L'Aquila	ABRUZZO	41,954	13,642	3,010	59,90
15	CB006	ass	ASSISI	Perugia	UMBRIA	43,075	12,604	1,543	93,10

Magnitudo 4

N.	Codice record	Codice stazione acc.	Località	Provincia	Regione	Lat N	Long E	PGA (cm/s ²)	Distanza epicentrale (Km)
1	BO219	aqm	L'Aquila - V. Aterno - Il Moro	L'Aquila	ABRUZZO	42,379	13,349	94,199	2,20
2	GX175	agv	L'Aquila - V. Aterno - Centro Valle	L'Aquila	ABRUZZO	42,377	13,344	76,063	1,90
3	VM090	agp	L'Aquila - V. Aterno - M. Pettino	L'Aquila	ABRUZZO	42,384	13,369	39,665	3,70
4	AM288	aqk	Aquil PARK ing.	L'Aquila			13,401	33,977	5,90
5	BY074	mtr	MONTEREALE	L'Aquila			13,245	9,258	19,40
6	DF012	ant	ANTRODOCO	Rieti			13,079	1,820	21,90
7	BX013	fmg	FIAMIGNANO	Rieti	LAZIO	42,268	13,117	1,415	20,60
8	EN030	nor	NORCIA	Perugia	UMBRIA	42,792	13,092	0,991	51,70
9	CR019	orc	ORTUCCHIO	L'Aquila	ABRUZZO	41,954	13,642	0,386	52,10

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Ordini di grandezza Ag

$$g_{\text{terra}} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot a$$

$$g_{\text{marte}} = 3,69 \text{ m/s}^2$$

Magnitudo 5.3

$$\text{PGA} = 0.27 \text{ g}$$

$$g_{\text{marte}} = 0,376 \text{ } g_{\text{terra}}$$

TERRA



MARTE



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Confronto fra lo Spettro di Progetto secondo il D.M. 1996 e il D.M. 2008

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Spettro di progetto secondo il D.M.1996

a = accelerazione spettrale

g = accelerazione di gravità

C = coefficiente di intensità sismica = $\frac{S-2}{100}$

dove S è il grado di sismicità pari a

Zona 1 \Rightarrow **S** = 12 \Rightarrow **C** = 0,1

Zona 2 \Rightarrow **S** = 9 \Rightarrow **C** = 0,07

Zona 3 \Rightarrow **S** = 6 \Rightarrow **C** = 0,04

I = coefficiente di protezione sismica

• Opere la cui resistenza al sisma è di importanza primaria per le necessità della protezione civile \rightarrow 1,4

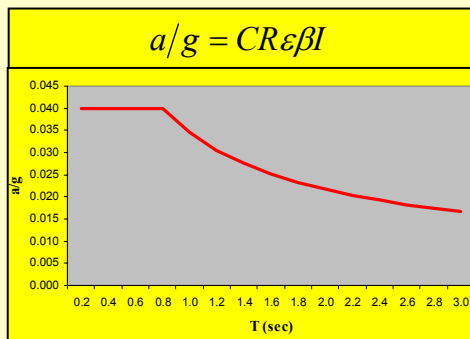
• Opere che presentano un particolare rischio per le loro caratteristiche d'uso \rightarrow 1,2

• Opere che non rientrano nelle categorie precedenti \rightarrow 1,1

R = valore in funzione del periodo di vibrazione **T** del modo di vibrare considerato $T_0 > 0,8 \text{ sec} \Rightarrow R = 0,862 / T_0^{2/3}$
dove $T_0 = 0,1 \cdot H / \sqrt{B}$; H e B in metri e T in secondi $T_0 \leq 0,8 \text{ sec} \Rightarrow R = 1,0$

ε = coefficiente di fondazione = 1

β = coefficiente di struttura: di regola si assume pari a 1, nel caso in cui nella struttura vi sono telai ed elementi irrigidimenti verticali e su questi si distribuiscono prevalentemente le azioni orizzontali, allora si assume pari a 1,2.



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Spettro di risposta Elastico secondo il D.M.2008

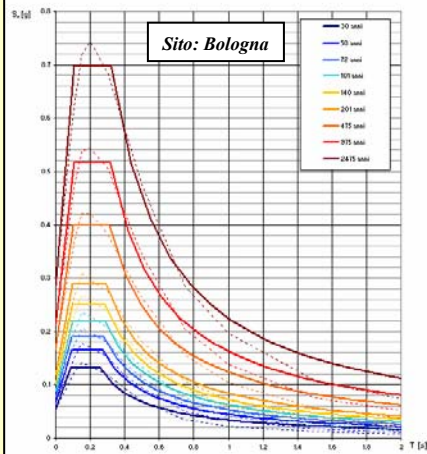
FASE 1:

Identificazione delle coordinate del sito di costruzione, **latitudine e longitudine**, in base alle quali si individuano i parametri necessari per la definizione dello spettro di progetto:

- a_g accelerazione orizzontale massima del sito, espressa in $g/10$
 - F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (adimensionale)
 - T^*c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale, espresso in secondi
- definiti in funzione del periodo di ritorno T_R di riferimento.



Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di riferimento, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S_dBISV da cui sono derivati.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Spettro di risposta Elastico secondo il D.M.2008

FASE 2:

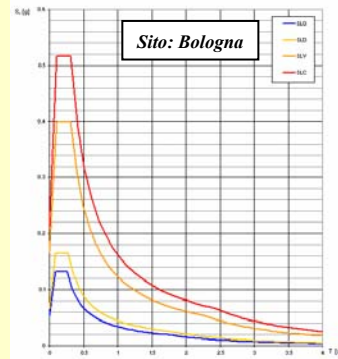


V_N = Vita nominale (anni):

- opere provvisorie - opere provvisionali strutture in fase costruttiva ≤ 10
- opere ordinarie - ponti - opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o d'importanza normale ≤ 50
- grandi opere - ponti - opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o d'importanza strategica ≤ 100

V_R = Periodo di riferimento (anni):

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Classe d'uso (Par. 2.4.2)	Coeff. d'uso C_u (Par. 2.4.3)	V_R (Par. 2.4.3)
I	0,7	35
II	1,0	50
III	1,5	100
IV	2,0	150

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Spettro di risposta Elastico secondo il D.M.2008

FASE 3: (Par.3.2.3.2.1)

Se = acc. spettrale orizzontale

ag = acc. orizzontale massima del sito

$$\mathbf{S} = \mathbf{S}_S \cdot \mathbf{S}_T$$

dove S_s è il coeff.di amplificazione stratigrafica (Tab. 3.2.V)

ST è il coeff. di amplificazione topografica (Tab. 3.2.IV)

η = fattore che altera lo spettro per coeff. di smorzamento viscosi diversi dal 5% → per lo **spettro di progetto** si assume

al posto di η il valore $1/q$

F_0 = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale; valore minimo pari a 2,2

T = periodo di vibrazione = $C_1 \cdot H^{3/4}$ dove

$$C_1 =$$

0,085 costruzioni con struttura a telaio in acciaio

0,075 costruzioni con struttura a telaio in calcestruzzo armato

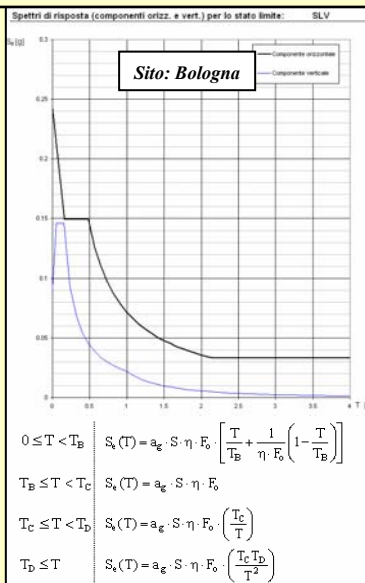
0,050 costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura

H = altezza della costruzione dal piano di fondazione (metri)

Tc = periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro (Par.3.2 e Tab. 3.2.V)

T_B = periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante dello spettro = $T_c/3$

Td = periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Spettro di progetto secondo il D.M.2008

Lo **Spettro di progetto Sd** si ottiene abbattendo lo **Spettro di risposta Elastico**, ovvero dividendo quest'ultimo per il fattore di struttura:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

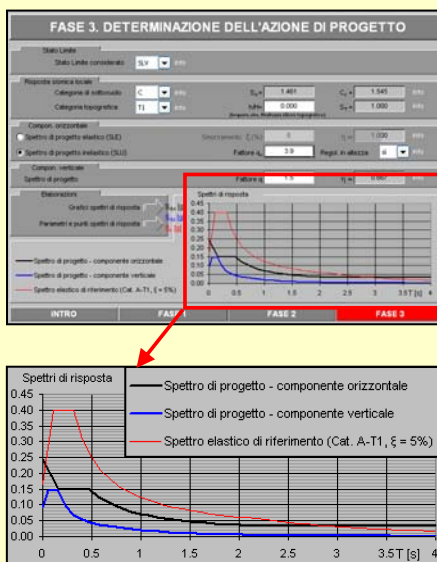
Il valore del **fattore di struttura q** da utilizzare *per ciascuna direzione della azione sismica*, dipende dalla *tipologia strutturale*, dal suo *grado di iperstaticità* e dai *criteri di progettazione adottati* e prende in conto le *non linearità di materiale*. Esso può essere calcolato tramite l'espressione (7.3.1)

$$S_d = \frac{S_e(T)}{q}$$

- q_o : valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di *duttilità attesa*, dalla *tipologia strutturale* e dal *rapporto* $\frac{\alpha_u}{\alpha_l}$ tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

- K_R : fattore riduttivo che dipende dalle *caratteristiche di*

- 1 per costruzioni regolari in altezza
- 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Confronto fra gli Spettri di Progetto (Bologna)

D.M. 1996

$$a/g = CR\epsilon\beta I$$

a = acc. spettrale ; **g** = acc. di gravità

C = coefficiente di intensità sismica:

Bologna \Rightarrow Zona 3: $S = 6 \Rightarrow C = 0,04$

I = coefficiente di protezione sismica: 1,1

R : $T_0 > 0,8 \text{ sec} \quad R = 0,862/T_0^{2/3}$

$T_0 \leq 0,8 \text{ sec} \quad R = 1,0$

ϵ = coefficiente di fondazione : 1

β = coefficiente di struttura: 1

D.M. 2008

$$T_B \leq T < T_C \rightarrow S_g(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

Latitudine 44,494363 ; Longitudine 11,34901

a_g : 0,1669 ; F_0 : 2,396 ; T^*c : 0,31

Cl. D'uso: II $\Rightarrow C_U = 1,0 \Rightarrow V_R = 50$

Cat. sottosuolo: C $\Rightarrow S_s = 1,460 \Rightarrow C_c = 1,545$

Cat. topografica: $T_1 \Rightarrow S_T = 1,0$

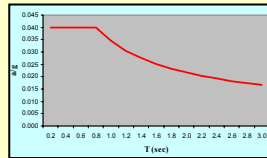
$T = C_1 \cdot H^{3/4}$ con $C_1 = 0,075$; $H = 6,0 \text{ m} \Rightarrow T = 0,29$

$T_c = C_c \cdot T^*c = 0,479$; $T_B = T_c/3$; $T_D = 2,268$

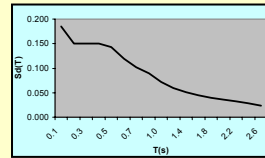
Cl. Duttilità CD" B": $q_0 = 3,0 \alpha_s / \alpha_1$

$$K_R = 1 \Rightarrow q = q_0 \cdot K_R = 3,9$$

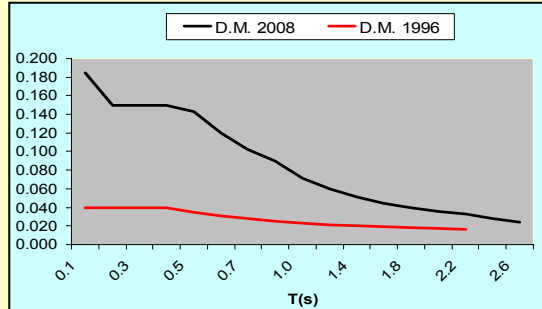
Spettro di progetto
D.M. 1996



Spettro di progetto
D.M. 2008



Confronto Spettri di progetto



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Classe di Duttilità Gerarchia delle Resistenze

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Classi di Duttilità: CD"A" e CD"B"

Le costruzioni soggette all'azione sismica, non dotate di appositi dispositivi dissipativi, devono essere progettate in accordo con i seguenti comportamenti strutturali:

a) **comportamento strutturale non-dissipativo**

b) **comportamento strutturale dissipativo**

Nel **comportamento strutturale non dissipativo** (Stati Limite di Esercizio) gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati indipendentemente dalla tipologia strutturale adottata, **senza tener conto delle non linearità** di comportamento (di materiale e geometriche) se non rilevanti.

Nel **comportamento strutturale dissipativo** (Stati Limite Ultimi) gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati in funzione della tipologia strutturale adottata, **tenendo conto delle non linearità** di comportamento (di materiale sempre, geometriche quando rilevanti e comunque sempre quando precisato).

(Paragrafo 7.2.1 Criteri generali di progettazione)

Nel caso la struttura abbia **comportamento strutturale dissipativo** si distinguono due livelli di

Capacità Dissipativa o Classi di Duttilità
Classe di duttilità alta (CD"A")
Classe di duttilità bassa (CD"B")

La **differenza tra le due classi** risiede nella **entità delle plasticizzazioni** cui ci si riconduce in fase di progettazione; per ambedue le classi, onde assicurare alla struttura un **comportamento dissipativo e duttile** evitando rotture fragili e la formazione di meccanismi instabili imprevisti, si fa ricorso ai procedimenti tipici della **gerarchia delle resistenze**.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Gerarchia delle Resistenze "Capacity Design"

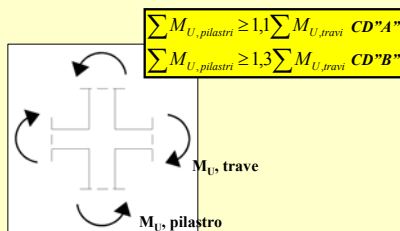
Gli edifici in c.a. devono possedere una adeguata capacità di dissipazione di energia in campo inelastico per azioni cicliche, senza che ciò comporti delle significative riduzioni della resistenza nei confronti di azioni orizzontali e verticali.

Le deformazioni anelastiche devono essere distribuite nel maggior numero possibile di elementi duttili, in particolare nelle travi, evitando al contempo che tali deformazioni si manifestino negli elementi meno duttili come i pilastri e nei meccanismi resistenti fragili (resistenza nodo trave-pilastro).

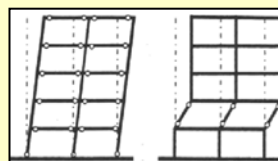
Il procedimento adottato dalle norme per conseguire tale obiettivo prende il nome di

GERARCHIA DELLE RESISTENZE

- Favorire la plasticizzazione nelle travi
- Evitare la plasticizzazione nei pilastri (pericolo di meccanismi di piano soffice)
- Consentire plasticizzazioni solo per flessioni (evitare rottura per taglio di travi e pilastri)
- Evitare la crisi dei nodi trave-pilastro



MECCANISMO GLOBALE DUTILE MECCANISMO DI PIANO SOFFICE



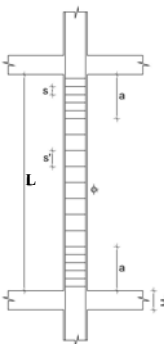


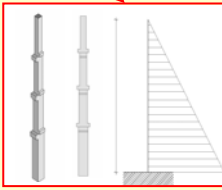
Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Limitazioni geometriche secondo il D.M. 2008

Confronto con le disposizioni della Circolare LL. PP. del 1997

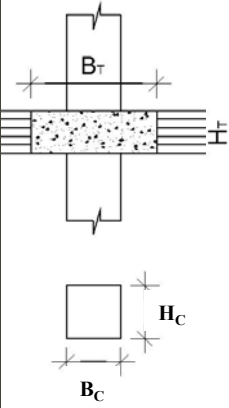
Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Limitazioni geometriche

PILASTRO	Circolare LL.PP. 1997 N.65/AA.GG (NON cogente)	D.M. 2008 (COGENTE)
	<ul style="list-style-type: none"> Allegato 1 Paragrafo 2.1.  $B_c > 30 \text{ cm}$ $B_c/H_c < 0,3$ $L/B_c < 16$ se il pilastro è soggetto a momenti di segno opposto alle due estremità (L = altezza netta pilastro) < 10 negli altri casi Zona critica, misurata a partire dalla sezione di estremità, pari alla maggiore delle seguenti quantità: lato max.sez.transversale; $1/6 L$; 45 cm 	<ul style="list-style-type: none"> Paragrafo 7.4.6.1.2:  $B_c > 25 \text{ cm}$ se $\theta > 0,1 \Rightarrow H_c \geq 1/10$ tra la maggiore delle distanze in cui si annulla il momento flettente e le estremità del pilastro Lunghezza zona critica: max (H_c; $1/6 L$; 45 cm; L se $L < 3H_c$) 
NODO TRAVE – PILASTRO	<p>Sono da evitare per quanto possibile eccentricità tra l'asse della trave e l'asse del pilastro concorrenti in un nodo. Nel caso che tale eccentricità superi $1/4$ della larghezza del pilastro la trasmissione degli sforzi deve essere assicurata da armature adeguatamente dimensionate allo scopo. (Allegato 1 3.1 Circolare e Paragrafo 7.4.6.1.3 D.M. 2008)</p>	

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Limitazioni geometriche

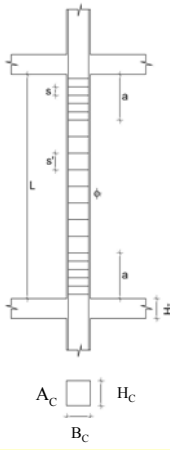
TRAVE	Circolare LL.PP. 1997 N.65/AA.GG	D.M. 2008
	<ul style="list-style-type: none"> • Allegato 1 Paragrafo 1.1. • <i>Lunghezza libera trave $\geq 3 H_T$, se così non fosse l'elemento si definisce trave corta e dovrà essere trattata come trave di collegamento (par. 4.3)</i> • $B_T > 20 \text{ cm}$ • $B_T < B_C + H_C/2$ da ogni lato (per travi a spessore) • $B_T/H_T > 0,25$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Paragrafo 7.4.6.1.1: • $B_T \geq 20 \text{ cm}$ • $B_T \leq B_C + H_T/2$ da ogni lato (per travi a spessore) • $B_T \leq 2 B_C$ • $B_T/H_T \geq 0,25$ • Non deve esserci eccentricità tra l'asse delle travi che sostengono pilastri in falso e l'asse dei pilastri che le sostengono. Esse devono avere almeno due supporti, costituiti da pilastri o pareti. Le pareti non possono appoggiarsi in falso su travi o solette. • Lunghezza zona critica: <ul style="list-style-type: none"> - H_T per classe di duttilità CD "B" - $1,5 H_T$ per classe di duttilità CD "A" <i>misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro o da entrambi i lati a partire dalla sezione di prima plasticizzazione.</i> <ul style="list-style-type: none"> - Per travi che sostengono un pilastro in falso, si assume una lunghezza pari a 2 volte l'altezza della sezione misurata da entrambe le facce del pilastro.

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Minimi di armatura secondo il D.M. 2008 Confronto con le disposizioni della Circolare LL. PP. del 1997

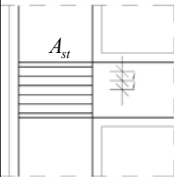
Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Minimi di armatura

PILASTRO	Circolare LL.PP. 1997 N.65/AA.GG (NONcogente)	D.M. 2008 (COGENTE)
	<p>Armatura longitudinale (All. 1. 2.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> In ogni sezione $1\% < \frac{A}{A_c} < 4\%$ dove A è l'area totale dell'armatura longitudinale e A_c è l'area della sezione <p>Armatura trasversale (All. 1. 2.3)</p> <ul style="list-style-type: none"> Zona critica, misurata a partire dalla sezione di estremità, pari alla maggiore delle seguenti quantità: <ul style="list-style-type: none"> lato max.sez.transversale; $1/6 L$; 45 cm In zona critica: <ul style="list-style-type: none"> ϕ staffe ≥ 8 mm ; $s = \min(6\phi; 1/4 B_c; 15$ cm) Zone intermedie: <ul style="list-style-type: none"> s non deve superare i seguenti valori: <ul style="list-style-type: none"> 10ϕ; $1/2 B_c$; 25 cm <p>• ϕ staffe ≥ 6 mm</p> <p>- passo staffe s</p> $\begin{cases} 1/3 \text{ lato min. sez. CD "A"} \\ 1/2 \text{ lato min. sez. CD "B"} \\ 125 \text{ mm CD "A"} \\ 175 \text{ mm CD "B"} \\ 6\phi \text{ CD "A"} \\ 8\phi \text{ CD "B"} \end{cases}$	<p>Armatura longitudinale (7.4.6.2.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> Per tutta la lunghezza del pilastro: interasse barre < 25 cm $1\% < \rho < 4\%$ con $\rho = \%$ geom. armatura se sotto sisma la forza assiale su un pilastro è di trazione, la lunghezza di ancoraggio delle barre longitudinali deve essere incrementata del 50%. <p>Armatura trasversale (7.4.6.2.2.)</p> <ul style="list-style-type: none"> In zona critica: <ul style="list-style-type: none"> barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute da staffe almeno una barra su due di quelle disposte sui lati deve essere trattenuta da staffe interne o legature distanza fra barre non fissate e fissate: <ul style="list-style-type: none"> 15 cm CD "A" ; 20 cm CD "B" quantità minima staffe $\geq A_{st}/s$ dove $\frac{A_{st}}{s} = \begin{cases} 0,08 \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}} & \text{per CD "A" fuori zona critica} \\ & \text{e CD "B"} \\ 0,12 \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}} & \text{per CD "A"} \end{cases}$ <p>A_{st}: area tot. bracci staffe ; b_{st}: distanza bracci più esterni</p>

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Minimi di armatura

NODO TRAVE – PILASTRO	Circolare LL.PP. 1997 N.65/AA.GG (NON cogente)	D.M. 2008 (COGENTE)
	<p>Allegato 1 Paragrafo 3.2</p> <ul style="list-style-type: none"> Armature longitudinali devono attraversare il nodo senza giunzioni. Se ciò non risulta possibile: <ul style="list-style-type: none"> le barre vanno ancorate oltre la faccia opposta a quella di intersezione, oppure rivolte verticalmente in corrispondenza di tale faccia; lunghezza di ancoraggio: deve essere calcolata in modo da sviluppare una tensione nelle barre pari a $1,25 f_{yk}$ e misurata a partire da una distanza pari a 6ϕ dalla faccia del pilastro verso l'interno. 	<p>Paragrafo 7.4.6.2.3</p> <ul style="list-style-type: none"> Lungo le armature longitudinali del pilastro che attraversano i nodi non confinati devono essere disposte staffe di contenimento in quantità almeno pari alla maggiore prevista nelle zone del pilastro inferiore e superiore adiacenti al nodo. Questa regola può non essere osservata nel caso di nodi interamente confinati. Per i nodi non confinati, appartenenti a strutture sia in CD "A" che in CD "B", le staffe orizzontali presenti lungo l'altezza del nodo devono verificare la seguente condizione: $\frac{n_{st} \cdot A_{st}}{i \cdot b_j} \geq 0,05 \frac{f_{ck}}{f_{yk}}$ <p>$N_{st} = n^\circ$ bracci A_{st} = area sez. trasv. barra della singola staffa orizz. i = interasse staffe b_j = larghezza utile del nodo:</p> $b_w > b_c \Rightarrow b_j = \min(b_w ; b_c + h_c/2)$ $b_w < b_c \Rightarrow b_j = \min(b_c ; b_w + h_c/2)$

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Minimi di armatura

TRAVE

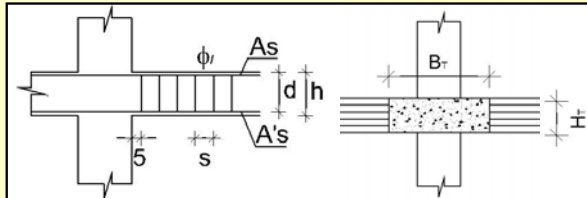
Circolare LL.PP. 1997 N.65/AA.GG (NON cogente)

Armatura longitudinale Allegato 1 Paragrafo 1.2

- In ogni sezione $\frac{1.4}{f_{yk}} < \rho < \frac{7}{f_{yk}}$; $\rho' > \rho/2$
dove
- ρ : rapporto geometrico armatura: A_s/bd
- f_{yk} : tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (N/mm²)
- Nelle estremità collegate con i pilastri per un tratto pari a 2d: $A_{s,min} = 2\phi 12$
- Lungo tutto il bordo superiore della trave
 $A_{s,campata} \geq A_{s,estremità}$

Armatura trasversale Allegato 1 Paragrafo 1.3

- Nelle estremità collegate con i pilastri per un tratto pari a 2d devono essere previste delle STAFFE di contenimento con passo
 $s = \min(d/4; 6\phi_l; 15 \text{ cm})$



Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Minimi di armatura

TRAVE

D.M. 2008 (COGENTE)

Armatura longitudinale Paragrafo 7.4.6.2.1

- $A_{s,min} = 2\phi 14$ sia inf. che sup. e per tutta la lunghezza della trave
- In ogni sezione il rapporto geometrico relativo all'armatura tesa deve essere $\frac{1.4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3.5}{f_{yk}}$ dove:
 - ρ : rapporto geometrico armatura tesa: A_s/bh o $A's/bh$
 - ρ_{comp} : rapporto geometrico armatura compressa
 - f_{yk} : tensione caratteristica di snervamento acciaio (MPa)
- Nelle zone critiche: $\rho_{comp} \geq 1/2\rho$ e $\geq 0.25\rho$
- Armature sup. contenute per almeno il 75% entro larghezza anima; per le sezioni a T o L contenute entro una fascia pari alla larghezza del pilastro se nel nodo è presente una trave ortogonale, altrimenti pari alla larghezza del pilastro + 2 volte lo spessore della soletta da ciascun lato del pilastro.
 - almeno 1/4 della suddetta armatura deve essere mantenuta per tutta la lunghezza della trave.
- Armature longitudinali devono attraversare i nodi senza ancorarsi o giuntarsi per sovrapposizione in essi. Quando ciò non risulti possibile:
 - le barre vanno ancorate oltre la faccia opposta a quella di intersezione con il nodo, oppure rivolte verticalmente in corrispondenza di tale faccia, a contenimento del nodo;
 - la lung.h. di ancoraggio delle armature tese va calcolata in modo da sviluppare una tensione nelle barre pari a 1,25 fyk, e misurata a partire da una distanza pari a 6 phi dalla faccia del pilastro verso l'interno.

- La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora oltre il nodo non può terminare all'interno di una zona critica, ma deve ancorarsi oltre di essa.
- La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora nel nodo deve essere collocata all'interno delle staffe del pilastro. Per prevenire lo sfilamento di queste armature il diametro delle barre non inclinate deve essere $\leq \alpha_{bl}$ volte l'altezza della sezione del pilastro, essendo

$$\alpha_{bl} = \begin{cases} \frac{7.5 \cdot f_{cm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot \frac{1 + 0.8v_d}{1 + 0.75k_D \cdot \rho_{comp} / \rho} & \text{per nodi interni} \\ \frac{7.5 \cdot f_{cm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot (1 + 0.8v_d) & \text{per nodi esterni} \end{cases}$$

dove:

v_d : forza assiale di progetto normalizzata

k_D : 1 per CD"A"; 2/3 per CD"B"

γ_{Rd} : 1,2 per CD"A"; 1 per CD"B"

Armatura trasversale Paragrafo 7.4.6.2.1

- Nelle zone critiche:
 - 1° staffa di contenimento distante non più di 5 cm dalla sez. a filo pilastro
 - le successive devono essere poste a un passo non superiore a:
 - min(1/4d; 175 mm; 6volte phi min longitud.; 24 phi armature trasversali) per CD"A"
 - min(1/4d; 225 mm; 8volte phi min longitud.; 24 phi armature trasversali) per CD"B"

Ing. A. De Cocinis - Ing. S. Ferrari

Bibliografia

- D.M. 9-01-1996 - *Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.*
- Circolare Ministero dei LL.PP. 10-04-1997, n.65/AA.GG - *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16-01-1996*
- Legge Regionale n.19 30-10-2008 - *Norme per la riduzione del rischio sismico*
- D.M. 14-01-2008 - *Norme tecniche per le Costruzioni*
- Circolare 2-02-2009, n.617 - *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14-01-2008*
- Progettazione edile antisismica - Enrico Sicignano, Emidio Nigro, Maggioli Editore
- Elementi di Costruzioni antisismiche - Como Lanni