

CIRCOLARE APPLICATIVA NTC 2018

Circ. Min. Infrastrutture e Trasp. 21/01/2019, n. 7

© Copyright Legislazione Tecnica 2019

La riproduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo, nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i paesi.

Finito di stampare nel mese di marzo 2019 da
Stabilimento Tipolitografico Ugo Quintily S.p.A.
Viale Enrico Ortolani 149/151 – Zona industriale di Acilia – 00125 Roma

Legislazione Tecnica S.r.L.

00144 Roma, Via dell'Architettura 16

Servizio Clienti

Tel. 06/5921743 – Fax 06/5921068

servizio.clienti@legislazionetecnica.it

Portale informativo: www.legislazionetecnica.it

Shop: ltshop.legislazionetecnica.it

I testi normativi riportati sono stati elaborati e controllati con scrupolosa attenzione. Sono sempre peraltro possibili inesattezze od omissioni, ma che non possono comportare responsabilità dell'Editore.

INDICE

Testo della Circ. Min. Infrastrutture e Trasp. 21/01/2019, n. 7	27
C1. INTRODUZIONE	29
C1.1 LOGICA DELLA NORMA	29
C1.2 ORGANIZZAZIONE DELLA NORMA E DELLA CIRCOLARE	33
C2. SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE	37
C2.1 PRINCIPI FONDAMENTALI	37
C2.2 REQUISITI DELLE OPERE STRUTTURALI	38
C2.2.5 ROBUSTEZZA	38
C2.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	38
C2.4 VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	38
C2.4.1 VITA NOMINALE DI PROGETTO	38
C2.4.2 CLASSI D'USO	40
C2.4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	40
C2.5 AZIONI SULLE COSTRUZIONI	41
C2.6 AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	42
C2.6.1 STATI LIMITE ULTIMI	42
C3. AZIONI SULLE COSTRUZIONI	43
C3.1 OPERE CIVILI ED INDUSTRIALI	43
C3.1.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	43
C3.1.4 SOVRACCARICHI	43
C3.1.4.1 SOVRACCARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI	43
C3.1.4.2 SOVRACCARICHI VERTICALI CONCENTRATI	43
C3.1.4.3 SOVRACCARICHI ORIZZONTALI LINEARI	43
C3.2 AZIONE SISMICA	43
C3.2.1 STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	45
C3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	48
C3.2.3 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	49
C3.2.3.1 DESCRIZIONE DEL MOTO SISMICO IN SUPERFICIE E SUL PIANO DI FONDAZIONE ..	51
C3.2.3.2 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE	51
C3.2.3.2.1 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali	51
C3.2.3.6 IMPIEGO DI STORIE TEMPORALI DEL MOTO DEL TERRENO	51
C3.3 AZIONI DEL VENTO	52
C3.3.1 VELOCITÀ BASE DI RIFERIMENTO	52
C3.3.2 VELOCITÀ DI RIFERIMENTO	53
C3.3.3 AZIONI STATICHE EQUIVALENTI	53
C3.3.4 PRESSIONE DEL VENTO	53
C3.3.5 AZIONE TANGENTE DEL VENTO	53
C3.3.6 PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO	53
C3.3.7 COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE	54
C3.3.8 COEFFICIENTI AERODINAMICI	54
C3.3.8.1 EDIFICI A PIANTA RETTANGOLARE CON COPERTURE PIANE, A FALDE, INCLINATE E CURVILINEE	54

C3.3.8.1.1	Pareti verticali	54
<i>C3.3.8.1.1.1</i>	<i>Altezza di riferimento per la faccia sopravento</i>	<i>55</i>
<i>C3.3.8.1.1.2</i>	<i>Altezza di riferimento per le facce sottovento e laterali</i>	<i>56</i>
C3.3.8.1.2	Coperture piane	56
C3.3.8.1.3	Coperture a falda singola	58
C3.3.8.1.4	Coperture a falda doppia	60
C3.3.8.1.5	Coperture a padiglione	63
C3.3.8.1.6	Coperture a falde multiple	65
C3.3.8.1.7	Coperture a volta cilindrica	66
C3.3.8.2	TETTOIE	67
C3.3.8.2.1	Tettoie a falda singola	68
C3.3.8.2.2	Tettoie a falda doppia	69
C3.3.8.2.3	Tettoie a falde multiple	70
C3.3.8.3	COEFFICIENTI DI PRESSIONE PER PARETI VERTICALI DI EDIFICI A PIANTA CIRCOLARE	71
C3.3.8.4	COEFFICIENTI DI PRESSIONE PER COPERTURE SFERICHE DI EDIFICI A PIANTA CIRCOLARE	72
C3.3.8.5	PRESIONI INTERNE	73
C3.3.8.6	COEFFICIENTI DI PRESSIONE PER TRAVI AD ANIMA PIENA E RETICOLARI	74
C3.3.8.6.1	Travi isolate	74
C3.3.8.6.2	Travi multiple	74
C3.3.8.7	COEFFICIENTI DI PRESSIONE PER TORRI E PALI A TRALICCIO A SEZIONE RETTANGOLARE O QUADRATA	74
C3.3.8.8	COEFFICIENTE DI ATTRITO	75
C3.3.9	COEFFICIENTE DINAMICO	75
C3.3.10	AVVERTENZE PROGETTUALI	75
C3.3.11	DISTACCO DI VORTICI	75
C3.4	AZIONI DELLA NEVE	76
C3.4.1	CARICO DELLA NEVE SULLE COPERTURE	76
C3.4.2	VALORE DI RIFERIMENTO DEL CARICO DELLA NEVE AL SUOLO	76
C3.4.3	COEFFICIENTE DI FORMA DELLE COPERTURE	77
C3.4.3.1	GENERALITÀ	77
C3.4.3.2	COPERTURA AD UNA FALDA	78
C3.4.3.3	COPERTURA A DUE FALDE (O PIÙ)	78
C3.4.3.3.1	Copertura cilindrica	79
C3.4.3.3.2	Copertura adiacente o vicina a costruzioni più alte	79
C3.4.3.3.3	Effetti locali	80
C3.4.3.3.4	Accumuli in corrispondenza di sporgenze	80
C3.4.3.3.5	Neve aggettante dal bordo di una copertura	81
C3.4.3.3.6	Carichi della neve su barriere paraneve ed altri ostacoli	81
C3.4.5	COEFFICIENTE TERMICO	82
C3.5	AZIONI DELLA TEMPERATURA	82
C3.5.2	TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA	82
C3.6	AZIONI ECCEZIONALI	82
C3.6.1	INCENDIO	82
C3.6.1.1	DEFINIZIONI	82
C3.6.1.2	RICHIESTE DI PRESTAZIONE	83
C3.6.1.3	CLASSI DI RESISTENZA AL FUOCO	83
C3.6.1.4	CRITERI DI PROGETTAZIONE	83
C3.6.1.5	PROCEDURA DI ANALISI DELLA RESISTENZA AL FUOCO	83
C3.6.1.5.1	Incendio di progetto	83
C3.6.1.5.3	Analisi del comportamento meccanico	84
C3.6.1.5.4	Verifiche di sicurezza	84
C3.6.2	ESPLOSIONI	84
C3.6.2.3	MODELLAZIONE DELLE AZIONI DOVUTE ALLE ESPLOSIONI	84

C4. COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI	85
C4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO	85
C4.1.1 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E METODI DI ANALISI	85
C4.1.1.1 ANALISI ELASTICA LINEARE	85
C4.1.1.1.1 Ridistribuzione nelle travi continue	86
C4.1.1.1.2 Ridistribuzione nelle travi continue dei telai	87
C4.1.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	89
C4.1.2.1 MATERIALI	89
C4.1.2.1.2 Diagrammi di progetto dei materiali	89
C4.1.2.1.2.1 <i>Diagrammi di progetto tensione-deformazione del calcestruzzo</i>	89
C4.1.2.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO	91
C4.1.2.2.2 Stato limite di deformazione	91
C4.1.2.2.4 Stato limite di fessurazione	92
C4.1.2.2.4.5 <i>Verifica dello stato limite di fessurazione</i>	92
C4.1.2.2.5 Stato Limite di limitazione delle tensioni	95
C4.1.2.3 STATI LIMITE ULTIMI	95
C4.1.2.3.4 Resistenza flessionale e duttilità massima in presenza e in assenza di sforzo assiale	95
C4.1.2.3.4.2 <i>Verifiche di resistenza e duttilità</i>	95
C4.1.2.3.6 Resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti	96
C4.1.2.3.7 Resistenza di elementi tozzi, nelle zone diffusive e nei nodi	96
C4.1.6 DETTAGLI COSTRUTTIVI	96
C4.1.6.1 ELEMENTI MONODIMENSIONALI: TRAVI E PILASTRI	96
C4.1.6.1.1 Armatura delle travi	96
C4.1.6.1.3 Copriferro e interferro	96
C4.1.6.1.4 Ancoraggio delle barre e loro giunzione	97
C4.1.9 NORME ULTERIORI PER I SOLAI	97
C4.1.9.1 SOLAI MISTI DI C.A. E C.A.P. E BLOCCHI FORATI DI LATERIZIO O IN CALCESTRUZZO	97
C4.1.9.1.1 Regole generali e caratteristiche minime dei blocchi	97
C4.1.9.1.2 Limiti dimensionali	98
C4.1.9.1.3 Caratteristiche fisico-meccaniche	98
C4.1.12 CALCESTRUZZO DI AGGREGATI LEGGERI (LC)	98
C4.1.12.1 NORME DI CALCOLO	99
C4.1.12.1.1 Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo	99
C4.1.12.1.1.1 <i>Resistenza a trazione</i>	99
C4.1.12.1.1.2 <i>Modulo di elasticità</i>	100
C4.1.12.1.2 Verifiche agli stati limite di esercizio	100
C4.1.12.1.2.1 <i>Verifiche di deformabilità</i>	100
C4.1.12.1.3 Verifiche agli stati limite ultimi	100
C4.1.12.1.3.1 <i>Resistenza a sforzo normale e flessione (elementi monodimensionali)</i>	100
C4.1.12.1.3.2 <i>Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti</i>	101
C4.1.12.1.3.2.1 Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio	101
C4.1.12.1.3.2.2 Elementi con armature trasversali resistenti al taglio	101
C4.1.12.1.3.2.3 Resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti	101
C4.1.12.1.4 Dettagli costruttivi	101
C4.1.12.1.4.1 <i>Diametro massimo delle barre e dei trefoli</i>	101
C4.1.12.1.4.2 <i>Raggio di curvatura delle barre</i>	102
C4.1.12.1.4.3 <i>Ancoraggio delle barre e sovrapposizioni</i>	102
C4.2 COSTRUZIONI DI ACCIAIO	102
C4.2.1 MATERIALI	102
C4.2.2 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	102
C4.2.3 ANALISI STRUTTURALE	103
C4.2.3.1 CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI	103

C4.2.3.3	METODI DI ANALISI GLOBALE	103
C4.2.3.4	EFFETTI DELLE DEFORMAZIONI	104
C4.2.3.5	EFFETTO DELLE IMPERFEZIONI	105
C4.2.3.6	ANALISI DI STABILITÀ DI STRUTTURE INTELAIATE	109
C4.2.3.7	LUNGHEZZA STABILE DELLA ZONA DI CERNIERA PLASTICA	109
C4.2.4	VERIFICHE	110
C4.2.4.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	110
C4.2.4.1.3	Stabilità delle membrature	110
C4.2.4.1.3.1	<i>Aste compresse</i>	110
C4.2.4.1.3.1.1.	Calcolo della forza normale di progetto agente in un corrente	110
C4.2.4.1.3.1.2.	Calcolo della forza di taglio agente negli elementi di collegamento	111
C4.2.4.1.3.1.3.	Verifiche di aste composte tralciate	111
C4.2.4.1.3.1.4.	Verifiche di aste composte calastrellate	112
C4.2.4.1.3.1.5.	Sezioni composte da elementi ravvicinati collegati con calastrelli o imbottiture	113
C4.2.4.1.3.2	<i>Travi inflesse</i>	114
C4.2.4.1.3.3	<i>Membrature inflesse e compresse</i>	114
C4.2.4.1.3.3.1.	Metodo A	114
C4.2.4.1.3.3.2.	Metodo B	115
C4.2.4.1.3.3.3.	Metodo generale per la verifica ad instabilità laterale e flessio-torsionale	117
C4.2.4.1.3.4	<i>Stabilità dei pannelli</i>	118
C4.2.4.1.3.4.1.	Stabilità dei pannelli soggetti a taglio	118
C4.2.4.1.3.4.2.	Stabilità dei pannelli soggetti a compressione	121
C4.2.4.1.3.4.3.	Larghezza collaborante	123
C4.2.4.1.3.4.4.	Pannelli con irrigiditori longitudinali	125
C4.2.4.1.3.4.5.	Instabilità di colonna	126
C4.2.4.1.3.4.6.	Instabilità di piastra	128
C4.2.4.1.3.4.7.	Requisiti minimi per gli irrigiditori trasversali	130
C4.2.4.1.3.4.8.	Verifiche semplificate	131
C4.2.4.1.3.4.9.	Requisiti minimi per gli irrigiditori longitudinali	132
C4.2.4.1.4	Stato limite di fatica	132
C4.2.4.1.4.1	<i>Spettri di carico</i>	132
C4.2.4.1.4.2	<i>Spettri di tensione e metodi di conteggio</i>	132
C4.2.4.1.4.3	<i>Curve S-N</i>	134
C4.2.4.1.4.4	<i>Curva S-N per connettori a piolo</i>	143
C4.2.4.1.4.5	<i>Metodi di verifica</i>	144
C4.2.4.1.4.6	<i>Influenza dello spessore</i>	144
C4.2.9	REQUISITI PER LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE	144
C4.2.9.6	VERNICIATURA E ZINCATURA	144
C4.2.12	PROFILATI FORMATI A FREDDO E LAMIERE GRECATE	145
C4.2.12.1	MATERIALI	145
C4.2.12.1.1	Effetto della formatura a freddo sulla resistenza dell'acciaio	145
C4.2.12.1.2	Valori limite dei rapporti larghezza - spessore	145
C4.2.12.1.3	Inflessione trasversale delle ali	146
C4.2.12.1.4	Classificazione delle sezioni, instabilità locale e distorsione delle sezioni trasversali	147
C4.2.12.1.5	Verifiche di resistenza	150
C4.2.12.1.5.1	<i>Verifiche di resistenza a trazione</i>	150
C4.2.12.1.5.2	<i>Verifiche di resistenza a compressione</i>	151
C4.2.12.1.5.3	<i>Verifiche di resistenza a flessione</i>	151
C4.2.12.1.5.4	<i>Verifiche di resistenza a presso-tenso flessione</i>	151
C4.2.12.1.5.4.1.	Verifiche di resistenza a taglio	152
C4.2.12.1.6	Verifiche di stabilità	153
C4.2.12.1.6.1	<i>Verifiche di stabilità di aste compresse</i>	153

C4.2.12.1.6.2	Verifiche di stabilità di aste inflesse	153
C4.2.12.1.6.3	Verifiche di stabilità di aste presso-inflesse	153
C4.2.12.1.7	Unioni	154
C4.2.12.1.7.1	Chiodi ciechi	155
C4.2.12.1.7.1.1	Chiodi ciechi soggetti a taglio	155
C4.2.12.1.7.2	Viti autofilettanti e automaschianti	156
C4.2.12.1.7.2.1	Viti autofilettanti o automaschianti soggette a taglio	156
C4.2.12.1.7.2.2	Viti autofilettanti o automaschianti soggette a trazione	156
C4.2.12.1.7.3	Chiodi sparati	157
C4.2.12.1.7.3.1	Chiodi sparati soggetti a taglio	157
C4.2.12.1.7.4	Bulloni (per impiego con spessori minori di 4 mm)	158
C4.2.12.1.7.4.1	Bulloni soggetti a taglio	158
C4.2.12.1.7.4.2	Bulloni soggetti a trazione	158
C4.2.12.1.7.5	Cordoni d'angolo (per impiego con spessori minori di 4 mm)	158
C4.2.12.1.7.6	Saldature per punti (a resistenza o per fusione)	158
C4.2.12.1.7.6.1	Saldature per punti soggette a taglio	158
C4.2.12.1.7.7	Bottoni di saldatura	159
C4.2.12.1.7.7.1	Bottoni di saldatura soggetti a taglio	159
C4.3	COSTRUZIONI COMPOSTE DI ACCIAIO-CALCESTRUZZO	161
C4.3.1	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	161
C4.3.2	ANALISI STRUTTURALE	161
C4.3.2.1	CLASSIFICAZIONE DELLE SEZIONI	161
C4.3.4	TRAVI CON SOLETTA COLLABORANTE	162
C4.3.4.2	RESISTENZA DELLE SEZIONI	162
C4.3.4.3	SISTEMI DI CONNESSIONE ACCIAIO-CALCESTRUZZO	163
C4.3.4.3.1	Connessioni a taglio con pioli	164
C4.3.4.3.1.1	Disposizioni e limitazioni	164
C4.3.4.3.1.2	Resistenza dei connettori (a sollecitazioni combinate)	165
C4.3.4.3.3	Valutazione delle sollecitazioni di taglio agenti sul sistema di connessione	165
C4.3.4.3.5	Armatura trasversale	166
C4.3.4.3.6	Instabilità flessio-torsionale delle travi composte	167
C4.3.6	SOLETTE COMPOSTE CON LAMIERA GRECATA	168
C4.3.6.2	VERIFICHE DI RESISTENZA ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SOLETTE COMPOSTE)	168
C4.4	COSTRUZIONI DI LEGNO	170
C4.4.1	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	170
C4.4.2	ANALISI STRUTTURALE	170
C4.4.3	AZIONI E LORO COMBINAZIONI	171
C4.4.4	CLASSI DI DURATA DEL CARICO	171
C4.4.5	CLASSI DI SERVIZIO	171
C4.4.6	RESISTENZA DI PROGETTO	171
C4.4.7	STATI LIMITE DI ESERCIZIO	171
C4.4.8	STATI LIMITE ULTIMI	173
C4.4.8.1	VERIFICHE DI RESISTENZA	173
C4.4.8.1.1	Trazione parallela alla fibratura	173
C4.4.8.1.2	Trazione perpendicolare alla fibratura	173
C4.4.8.1.4	Compressione perpendicolare alla fibratura	173
C4.4.8.1.9	Taglio	173
C4.4.8.2	VERIFICHE DI STABILITÀ	174
C4.4.9	COLLEGAMENTI	174
C4.4.10	ELEMENTI STRUTTURALI	175
C4.4.11	SISTEMI STRUTTURALI	176
C4.4.12	ROBUSTEZZA	176
C4.4.13	DURABILITÀ	176
C4.4.14	RESISTENZA AL FUOCO	177

C4.4.15	REGOLE PER L'ESECUZIONE	177
C4.4.16	VERIFICHE PER SITUAZIONI TRANSITORIE, CONTROLLI E PROVE DI CARICO	178
C4.4.16.1	CONTROLLI IN FASE DI COSTRUZIONE	178
C4.4.16.2	CONTROLLI SULLA STRUTTURA COMPLETA	179
C4.4.16.3	CONTROLLI DELLA STRUTTURA IN ESERCIZIO	179
C4.5	COSTRUZIONI DI MURATURA	179
C4.5.2	MATERIALI E CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE	179
C4.5.2.2	ELEMENTI RESISTENTI DI MURATURA	179
C4.5.2.2.1	Elementi artificiali	179
C4.5.2.3	MURATURE	180
C4.5.4	ORGANIZZAZIONE STRUTTURALE	180
C4.5.5	ANALISI STRUTTURALE	180
C4.5.6	VERIFICHE	180
C4.5.6.1	RESISTENZE DI PROGETTO	180
C4.5.6.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	180
C4.5.6.4	VERIFICHE SEMPLIFICATE	181
C4.5.7	MURATURA ARMATA	181
C4.5.8	MURATURA CONFINATA	181
C4.6	ALTRI SISTEMI COSTRUTTIVI	181
C5 - PONTI	183
C5.1	PONTI STRADALI	183
C5.1.2	PRESCRIZIONI GENERALI	183
C5.1.2.3	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	183
C5.1.3	AZIONI SUI PONTI STRADALI	185
C5.1.3.3	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO. CARICHI VERTICALI: q_1	185
C5.1.3.3.2	Definizione delle corsie convenzionali	185
C5.1.3.3.3	Schemi di carico	186
C5.1.3.3.5	Disposizioni dei carichi mobili per realizzare le condizioni di carico più gravose	186
C5.1.3.3.5.1	<i>Carichi verticali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte</i>	186
C5.1.3.3.5.2	<i>Carichi orizzontali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte</i>	186
C5.1.3.10	AZIONI SUI PARAPETTI E URTI DI VEICOLO IN SVIO: q_g	187
C5.1.4	VERIFICHE DI SICUREZZA	187
C5.1.4.3	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FATICA	187
C5.1.4.5	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DEFORMAZIONE	188
C5.1.4.6	VERIFICA DELLE AZIONI SISMICHE	189
C5.1.8	PONTI PEDONALI	189
C5.1.8.1	MODELLI DINAMICI PER PONTI PEDONALI	190
C5.2	PONTI FERROVIARI	190
C5.2.1.2	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	190
C5.2.2	AZIONI SULLE OPERE	190
C5.2.2.4	AZIONI VARIABILI AMBIENTALI	190
C5.2.2.4.2	Temperatura	190
C5.2.2.5	EFFETTI DI INTERAZIONE STATICA TRENO-BINARIO-STRUTTURA	191
C5.2.2.8	AZIONI SISMICHE	192
C5.2.3	PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER LE VERIFICHE	192
C5.2.3.2	VERIFICHE AGLI SLU E SLE	192
C5.2.3.2.1	Requisiti concernenti gli SLU	192
C5.2.3.2.3	Verifiche allo stato limite di fatica	192

C6. PROGETTAZIONE GEOTECNICA	193
C6.2 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO	193
C6.2.1 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO ..	193
C6.2.2 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA ..	194
C6.2.2.1 INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE IN SITO	194
C6.2.2.2 PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	196
C6.2.2.3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	196
C6.2.2.4 VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI	196
C6.2.2.5 RELAZIONE GEOTECNICA	197
C6.2.3 FASI E MODALITÀ COSTRUTTIVE	197
C6.2.4 VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI	197
C6.2.4.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	197
C6.2.4.2 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI IDRAULICI	199
C6.2.4.3 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	199
C6.3 STABILITÀ DEI PENDII NATURALI	199
C6.3.1 PRESCRIZIONI GENERALI	199
C6.3.2 MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL PENDIO	200
C6.3.3 MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL PENDIO	200
C6.3.4 VERIFICHE DI SICUREZZA	201
C6.3.5 INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE	201
C6.3.6 CONTROLLI E MONITORAGGIO	202
C6.4 OPERE DI FONDAZIONE	202
C6.4.1 CRITERI GENERALI DI PROGETTO	203
C6.4.2 FONDAZIONI SUPERFICIALI	204
C6.4.2.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	204
C6.4.2.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	205
C6.4.3 FONDAZIONI SU PALI	205
C6.4.3.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	205
C6.4.3.7 PROVE DI CARICO	206
C6.5 OPERE DI SOSTEGNO	206
C6.5.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	206
C6.5.3.1 VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)	206
C6.5.3.1.1 Muri di sostegno	206
C6.5.3.1.2 Paratie	207
C6.5.3.2 VERIFICHE DI ESERCIZIO (SLE)	209
C6.6 TIRANTI DI ANCORAGGIO	209
C6.6.1 CRITERI DI PROGETTO	209
C6.6.2 VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)	210
C6.6.3 ASPETTI COSTRUTTIVI	210
C6.7 OPERE IN SOTTERRANEO	211
C6.7.4 CRITERI DI PROGETTO	211
C6.7.4.1 METODI DI SCAVO	211
C6.7.4.2 VERIFICA DEL RIVESTIMENTO	211
C6.7.6 CONTROLLO E MONITORAGGIO	212
C6.8 OPERE DI MATERIALI SCIOLTI E FRONTI DI SCAVO	212
C6.8.1 CRITERI GENERALI DI PROGETTO	212
C6.8.1.1 RILEVATI E RINTERRI	212
C6.8.1.2 DRENAGGI E FILTRI	212
C6.8.6 FRONTI DI SCAVO	213
C6.8.6.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTO E VERIFICHE DI SICUREZZA	213
C6.11 DISCARICHE CONTROLLATE DI RIFIUTI E DEPOSITI DI INERTI ..	213
C6.12 FATTIBILITÀ DI OPERE SU GRANDI AREE	213
C6.12.1 INDAGINI SPECIFICHE	213
C6.12.2 VERIFICHE DI FATTIBILITÀ	214
C6.12.2.1 EMUNGIMENTO DA FALDE IDRICHE	214

C7. PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE	215
C7.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE	215
C7.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	216
C7.2.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE COSTRUZIONI	216
C7.2.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI	217
C7.2.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI SECONDARI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI	219
C7.2.6 CRITERI DI MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA E DELL'AZIONE SISMICA	225
C7.3 METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA	227
C7.3.1 ANALISI LINEARE O NON LINEARE	227
C7.3.3 ANALISI LINEARE DINAMICA O STATICA	227
C7.3.3.1 ANALISI LINEARE DINAMICA	227
C7.3.3.2 ANALISI LINEARE STATICA	228
C7.3.4 ANALISI NON LINEARE DINAMICA O STATICA	228
C7.3.4.1 ANALISI NON LINEARE DINAMICA	228
C7.3.4.2 ANALISI NON LINEARE STATICA	229
C7.3.5 RISPOSTA ALLE DIVERSE COMPONENTI DELL'AZIONE SISMICA ED ALLA VARIABILITÀ SPAZIALE DEL MOTO	233
C7.3.6 RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ...	233
C7.3.6.1 ELEMENTI STRUTTURALI (ST)	234
C7.3.6.2 ELEMENTI NON STRUTTURALI (NS)	234
C7.4 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO	235
C7.4.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	235
C7.4.2.1 CONGLOMERATO	235
C7.4.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO	235
C7.4.3.1 TIPOLOGIE STRUTTURALI	235
C7.4.4 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PRIMARI E SECONDARI	236
C7.4.4.1 TRAVI	237
C7.4.4.1.1 Verifiche di resistenza (RES)	237
C7.4.4.1.2 Verifiche di duttilità (DUT)	237
C7.4.4.2 PILASTRI	237
C7.4.4.2.1 Verifiche di resistenza (RES)	237
C7.4.4.2.2 Verifiche di duttilità (DUT)	239
C7.4.4.3 NODI TRAVE-PILASTRO	239
C7.4.4.3.1 Verifiche di resistenza (RES)	240
C7.4.4.4 DIAFRAMMI ORIZZONTALI	240
C7.4.4.4.1 Verifiche di resistenza (RES)	240
C7.4.4.5 PARETI	241
C7.4.4.5.1 Verifiche di resistenza (RES)	241
C7.4.4.5.2 Verifiche di duttilità (DUT)	241
C7.4.5 COSTRUZIONI CON STRUTTURA PREFABBRICATA	241
C7.4.5.1 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO	241
C7.4.5.1.1 Strutture a telaio	241
C7.4.5.1.2 Strutture con pilastri incastrati alla base e orizzontamenti ad essi cernierati	242
C7.4.6 DETTAGLI COSTRUTTIVI	243
C7.4.6.1 LIMITAZIONI GEOMETRICHE	243
C7.4.6.1.2 Pilastri	243
C7.4.6.2 LIMITAZIONI DI ARMATURA	243
C7.4.6.2.3 Nodi Trave-Pilastro	243
C7.5 COSTRUZIONI D'ACCIAIO	243

C7.5.2	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO	243
C7.5.2.1	TIPOLOGIE STRUTTURALI	243
C7.5.3	REGOLE DI PROGETTO GENERALI PER ELEMENTI STRUTTURALI DISSIPATIVI	244
C7.5.3.1	VERIFICHE DI RESISTENZA (RES)	244
C7.5.4	REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE INTELAIATE ..	244
C7.5.4.4	PANNELLI D'ANIMA DEI COLLEGAMENTI TRAVE-COLONNA	244
C7.5.5	REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI CONCENTRICI	245
C7.5.6	REGOLE DI PROGETTO SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI ECCENTRICI	245
C7.6	COSTRUZIONI COMPOSTE DI ACCIAIO-CALCESTRUZZO	246
C7.6.4	CRITERI DI PROGETTO E DETTAGLI PER STRUTTURE DISSIPATIVE	247
C7.6.4.5	COLLEGAMENTI COMPOSTI NELLE ZONE DISSIPATIVE	247
C7.6.4.5.1	Modelli resistenti per la soletta soggetta a compressione	247
C7.6.4.5.2	Resistenza dei pannelli d'anima delle colonne composte	252
C7.6.7	REGOLE SPECIFICHE PER STRUTTURE CON CONTROVENTI CONCENTRICI	253
C7.6.8	CONTROVENTI ECCENTRICI	253
C7.7	COSTRUZIONI DI LEGNO	253
C7.7.1	ASPETTI CONCETTUALI DELLA PROGETTAZIONE	253
C7.7.2	MATERIALI E PROPRIETÀ DELLE ZONE DISSIPATIVE	253
C7.7.3	TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO	254
C7.7.4	ANALISI STRUTTURALE	254
C7.7.5	DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE	255
C7.7.5.1	GENERALITÀ	255
C7.7.5.3	DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE PER GLI IMPALCATI	255
C7.8	COSTRUZIONI DI MURATURA	255
C7.8.1	REGOLE GENERALI	255
C7.8.1.1	PREMESSA	255
C7.8.1.2	MATERIALI	256
C7.8.1.5	METODI DI ANALISI	256
C7.8.1.5.2	Analisi lineare statica	256
C7.8.1.5.4	Analisi statica non lineare	256
C7.8.1.6	VERIFICHE DI SICUREZZA	256
C7.8.1.9	COSTRUZIONI SEMPLICI	257
C7.8.2	COSTRUZIONI DI MURATURA ORDINARIA	257
C7.8.2.2	VERIFICHE DI SICUREZZA	257
C7.8.2.2.1	Pressoflessione nel piano	257
C7.8.2.2.2	Taglio	257
C7.8.2.2.4	Travi in Muratura	257
C7.8.3	COSTRUZIONI DI MURATURA ARMATA	257
C7.8.3.2	VERIFICHE DI SICUREZZA	257
C7.8.3.2.1	Pressoflessione nel piano	257
C7.8.3.2.2	Taglio	257
C7.8.4	COSTRUZIONI DI MURATURA CONFINATA	257
C7.8.5	STRUTTURE MISTE	258
C7.8.6	REGOLE DI DETTAGLIO	258
C7.8.6.3	COSTRUZIONI DI MURATURA CONFINATA	258
C7.9	PONTI	258
C7.9.5	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI ..	258
C7.9.5.1	PILE	258
C7.9.5.1.1	Verifiche di resistenza (RES)	258
C7.10	COSTRUZIONI CON ISOLAMENTO E/O DISSIPAZIONE	259
C7.10.1	SCOPO	259

C7.10.2	REQUISITI GENERALI E CRITERI PER IL LORO SODDISFACIMENTO	261
C7.10.3	CARATTERISTICHE E CRITERI DI ACCETTAZIONE DEI DISPOSITIVI	262
C7.10.4	INDICAZIONI PROGETTUALI	263
C7.10.4.1	INDICAZIONI RIGUARDANTI I DISPOSITIVI	263
C7.10.4.2	CONTROLLO DI MOVIMENTI INDESIDERATI	264
C7.10.4.3	CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI SISMICI DIFFERENZIALI DEL TERRENO	265
C7.10.4.4	CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI RELATIVI AL TERRENO ED ALLE COSTRUZIONI CIRCOSTANTI	265
C7.10.5	MODELLAZIONE E ANALISI STRUTTURALE	265
C7.10.5.1	PROPRIETÀ DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO	265
C7.10.5.2	MODELLAZIONE	266
C7.10.5.3	ANALISI	266
C7.10.5.3.1	Analisi lineare statica	267
C7.10.5.3.2	Analisi lineare dinamica	268
C7.10.6	VERIFICHE	268
C7.10.6.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO	268
C7.10.6.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	269
C7.10.6.2.1	Verifiche allo SLV	269
C7.10.6.2.2	Verifiche allo SLC	269
C7.10.8	ACCORGIMENTI SPECIFICI IN FASE DI COLLAUDO	269
C7.11	OPERE E SISTEMI GEOTECNICI	270
C7.11.1	REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE	270
C7.11.2	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA AI FINI SISMICI	270
C7.11.3	RISPOSTA SISMICA E STABILITÀ DEL SITO	270
C7.11.3.1	RISPOSTA SISMICA LOCALE	270
C7.11.3.1.1	Indagini specifiche	270
C7.11.3.1.2	Analisi numeriche di risposta sismica locale	271
C7.11.3.1.2.1	<i>Scelta della schematizzazione geometrica e definizione del modello geotecnico di sottosuolo</i>	271
C7.11.3.1.2.2	<i>Definizione delle azioni sismiche di ingresso</i>	271
C7.11.3.1.2.3	<i>Scelta della procedura di analisi</i>	272
C7.11.3.4	STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	273
C7.11.3.5	STABILITÀ DEI PENDII	273
C7.11.4	FRONTI DI SCAVO E RILEVATI	275
C7.11.5	FONDAZIONI	275
C7.11.5.1	REGOLE GENERALI DI PROGETTAZIONE	275
C7.11.5.1.1	Modellazione dell'interazione terreno-fondazione-struttura	275
C7.11.5.3	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SLV) E ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLD)	276
C7.11.5.3.1	Fondazioni superficiali	276
C7.11.5.3.2	Fondazioni su pali	277
C7.11.6	OPERE DI SOSTEGNO	277
C7.11.6.2	MURI DI SOSTEGNO	277
C7.11.6.3	PARATIE	278
C8. COSTRUZIONI ESISTENTI		279
C8.1	OGGETTO	279
C8.2	CRITERI GENERALI	279
C8.3	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	280
C8.4	CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI	281
C8.4.1	RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE	281
C8.4.2	INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO	282

C8.4.3	INTERVENTO DI ADEGUAMENTO	282
C8.5	DEFINIZIONE DEL MODELLO DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI	283
C8.5.1	ANALISI STORICO-CRITICA	283
C8.5.2	RILIEVO	284
C8.5.2.1	COSTRUZIONI DI MURATURA	284
C8.5.2.2	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO	284
C8.5.2.3	COSTRUZIONI DI LEGNO	286
C8.5.3	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI	286
C8.5.3.1	COSTRUZIONI DI MURATURA	286
C8.5.3.2	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO	291
C8.5.3.3	COSTRUZIONI DI LEGNO	292
C8.5.4	LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA	292
C8.5.4.1	COSTRUZIONI DI MURATURA	293
C8.5.4.2	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O DI ACCIAIO	294
C8.5.4.3	COSTRUZIONI DI LEGNO	297
C8.5.5	AZIONI	297
C8.5.5.1	COSTRUZIONI IN MURATURA	297
C8.5.5.2	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O ACCIAIO	298
C8.6	MATERIALI	298
C8.7	PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI	298
C8.7.1	COSTRUZIONI DI MURATURA	299
C8.7.1.1	VERIFICA DELLE PARETI MURARIE ALLE AZIONI NON SISMICHE	300
C8.7.1.2	MECCANISMI LOCALI - METODI DI ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA E CRITERI DI VERIFICA	300
C8.7.1.2.1	Analisi dei meccanismi locali di corpo rigido	301
C8.7.1.2.1.1	<i>Analisi con approccio cinematico lineare</i>	302
C8.7.1.2.1.2	<i>Analisi con approccio cinematico non lineare</i>	303
C8.7.1.2.1.3	<i>Definizione dell'oscillatore non lineare equivalente</i>	304
C8.7.1.2.1.4	<i>Azioni spettrali da applicare nella verifica dei meccanismi locali</i>	305
C8.7.1.2.1.5	<i>Verifica dello Stato Limite di Danno del meccanismo locale</i>	305
C8.7.1.2.1.6	<i>Verifica degli Stati Limite Ultimi di Salvaguardia della Vita (SLV) e di prevenzione del Collasso (SLC)</i>	306
C8.7.1.2.1.7	<i>Verifica semplificata dello SLV con fattore di comportamento q (analisi cinematica lineare)</i>	306
C8.7.1.2.1.8	<i>Verifica in spostamento allo SLV e allo SLC (analisi cinematica non lineare)</i>	307
C8.7.1.2.1.9	<i>Verifica con analisi dinamica non lineare dello SLV e SLC</i>	307
C8.7.1.3	MECCANISMI GLOBALI - METODI DI ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA E CRITERI DI VERIFICA	308
C8.7.1.3.1	Edifici singoli	308
C8.7.1.3.1.1	<i>Pareti murarie</i>	310
C8.7.1.3.1.2	<i>Solai e coperture</i>	313
C8.7.1.3.2	Edifici in aggregato	313
C8.7.1.3.3	Edifici semplici	314
C8.7.1.4	ELEMENTI STRUTTURALI IN LEGNO	315
C8.7.2	COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO ARMATO O DI ACCIAIO	315
C8.7.2.1	REQUISITI DI SICUREZZA	315
C8.7.2.1.1	Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)	315
C8.7.2.1.2	Stati Limite di Esercizio	315
C8.7.2.2	METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA	315
C8.7.2.2.1	Analisi statica lineare	316
C8.7.2.2.2	Analisi dinamica modale con spettro di risposta elastico o con fattore di comportamento q	316
C8.7.2.2.3	Analisi statica non lineare	317

C8.7.2.2.4	Analisi dinamica non lineare	317
C8.7.2.3	MODELLI DI CAPACITÀ PER LA VALUTAZIONE DI EDIFICI IN CEMENTO ARMATO ..	317
C8.7.2.3.1	Travi, pilastri e pareti: flessione con e senza sforzo normale	317
C8.7.2.3.2	Stato limite di prevenzione del collasso	317
C8.7.2.3.3	Stato Limite di salvaguardia della Vita	319
C8.7.2.3.4	Stato Limite di Danno	319
C8.7.2.3.5	Travi e pilastri: taglio	319
C8.7.2.4	MODELLI DI CAPACITÀ PER LA VALUTAZIONE DI EDIFICI DI ACCIAIO	321
C8.7.2.4.1	Travi e pilastri: flessione con e senza sforzo normale	321
C8.7.2.4.2	Stato limite di prevenzione del collasso	322
C8.7.2.4.3	Stato limite di salvaguardia della vita	322
C8.7.2.4.4	Stato limite di danno	322
C8.7.2.4.5	Travi e pilastri: taglio	322
C8.7.2.4.6	Collegamenti	322
C8.7.3	COSTRUZIONI MISTE	322
C8.7.4	CRITERI E TIPI DI INTERVENTO	323
C8.7.4.1	CRITERI PER GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI IN MURATURA ..	323
C8.7.4.2	CRITERI PER GLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI IN CALCESTRUZZO	327
C8.7.4.2.1	Incamiciatura in c.a.	327
C8.7.4.2.2	Incamiciatura in acciaio	328
C8.7.4.2.3	Placcatura e fasciatura in materiali compositi	329
C8.7.5	ELABORATI DEL PROGETTO DELL'INTERVENTO	330
C8.7.6	INDICAZIONI AGGIUNTIVE PER GLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E GLI IMPIANTI SOGGETTI AD AZIONI SISMICHE	330
C8.7.6.1	INDIVIDUAZIONE DEI COMPONENTI NON STRUTTURALI CHE RICHIEDONO UNA VALUTAZIONE SISMICA	330
C8.7.6.2	CRITERI DI PROGETTAZIONE E AZIONI DI VERIFICA	330
C8.7.6.3	RACCOMANDAZIONI AGGIUNTIVE PER LA LIMITAZIONE DEL RISCHIO DI FUORIUSCITE INCONTROLLATE DI GAS A CAUSA DEL SISMA	331
C8.8	INDICAZIONI AGGIUNTIVE RELATIVE AI PONTI ESISTENTI	334
C8.8.1	AZIONE SISMICA	334
C8.8.2	CRITERI GENERALI	334
C8.8.3	LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA	335
C8.8.4	MODELLO STRUTTURALE	335
C8.8.5	METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA	335
C8.8.5.1	ANALISI LINEARE STATICA	335
C8.8.5.2	ANALISI LINEARE DINAMICA	335
C8.8.5.3	ANALISI NON LINEARE STATICA	335
C8.8.5.4	VERIFICA DEI MECCANISMI DUTTILI	336
C8.8.5.5	VERIFICA DEI MECCANISMI FRAGILI	336
C8.8.6	FONDAZIONI E SPALLE	337
C8.8.7	CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI	337
C9. COLLAUDO STATICO		339
C9.1	PRESCRIZIONI GENERALI	339
C9.2	PROVE DI CARICO	341
C9.2.1	STRUTTURE PREFABBRICATE	342
C9.2.2	PONTI STRADALI	342
C9.2.3	PONTI FERROVIARI	342
C9.2.4	PONTI STRADALI E FERROVIARI CON DISPOSITIVI DI ISOLAMENTO E/O DISSIPAZIONE	343

C10. REDAZIONE DEI PROGETTI STRUTTURALI ESECUTIVI E DELLE RELAZIONI DI CALCOLO	345
C10.1 CARATTERISTICHE GENERALI	345
C10.2 ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO	347
C10.2.1 RELAZIONE DI CALCOLO	347
C10.2.2 VALUTAZIONE INDIPENDENTE DEL CALCOLO	348
C11. MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	349
C11.1 GENERALITÀ	349
C11.2 CALCESTRUZZO	353
C11.2.1 SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO	353
C11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO	354
C11.2.3 VALUTAZIONE PRELIMINARE	354
C11.2.4 PRELIEVO E PROVA DEI CAMPIONI	354
C11.2.5 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	355
C11.2.5.1 CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DI TIPO A	355
C11.2.5.2 CONTROLLO DI ACCETTAZIONE DI TIPO B	355
C11.2.5.3 PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO	355
C11.2.6 CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA	357
C11.2.7 PROVE COMPLEMENTARI	359
C11.2.8 PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO	359
C11.2.12 CALCESTRUZZI FIBRORINFORZATI (FRC)	360
C11.3 ACCIAIO	360
C11.3.1 PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO	360
C11.3.1.1 CONTROLLI	360
C11.3.1.2 CONTROLLI DI PRODUZIONE IN STABILIMENTO E PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE	360
C11.3.1.3 MANTENIMENTO E RINNOVO DELLA QUALIFICAZIONE	361
C11.3.1.5 FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO	361
C11.3.1.7 CENTRI DI TRASFORMAZIONE	362
C11.3.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	363
C11.3.2.1 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO B450C	363
C11.3.2.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO B450A	363
C11.3.2.3 ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE	363
C11.3.2.4 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E DI IMPIEGO	363
C11.3.2.5 RETI E TRALICCI ELETTRISALDATI	363
C11.3.2.8 ALTRI TIPI DI ACCIAI	364
C11.3.2.8.2 Acciai zincati	364
C11.3.2.10 PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CEMENTO ARMATO NORMALE - BARRE E ROTOLI	364
C11.3.2.10.3 Controlli nei centri di trasformazione	364
C11.3.2.10.4 Prove di aderenza	365
C11.3.2.12 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE	366
C11.3.3 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO	366
C11.3.3.5 PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CALCESTRUZZO ARMATO PRECOMPRESSO	366
C11.3.3.5.2.1 <i>Prove di qualificazione</i>	366
C11.3.3.5.6 Prodotti zincati	366
C11.3.4 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE E PER STRUTTURE COMPOSTE	366
C11.3.4.1 GENERALITÀ	366
C11.3.4.5 PROCESSO DI SALDATURA	366
C11.3.4.6 BULLONI E CHIODI	367

C11.3.4.10	CENTRI DI TRASFORMAZIONE E CENTRI DI PRODUZIONE DI ELEMENTI IN ACCIAIO	367
C11.3.4.11	PROCEDURE DI CONTROLLO SU ACCIAI DA CARPENTERIA	368
C11.3.4.11.2	Controlli nei centri di trasformazione e nei centri di produzione di elementi tipologici in acciaio	368
C11.3.4.11.2.1	<i>Centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo</i>	
C11.3.4.11.3	Controlli di accettazione in cantiere	368
C11.4	ANCORANTI PER USO STRUTTURALE E GIUNTI DI DILATAZIONE	369
C11.5	SISTEMI DI PRECOMPRESSIONE A CAVI POST-TESI E TIRANTI DI ANCORAGGIO	369
C11.5.1	SISTEMI DI PRECOMPRESSIONE A CAVI POST-TESI	369
C11.6	APPOGGI STRUTTURALI	369
C11.7	MATERIALI E PRODOTTI A BASE DI LEGNO	369
C11.7.1	GENERALITÀ	369
C11.7.2	LEGNO MASSICCIO	370
C11.7.2.1	LEGNO MASSICCIO CON SEZIONE RETTANGOLARE	370
C11.7.2.2	LEGNO MASSICCIO CON SEZIONI IRREGOLARI	370
C11.7.3	LEGNO STRUTTURALE CON GIUNTI A DITA	370
C11.7.4	LEGNO LAMELLARE INCOLLATO E LEGNO MASSICCIO INCOLLATO	370
C11.7.5	PANNELLI A BASE DI LEGNO	370
C11.7.8	ELEMENTI MECCANICI DI COLLEGAMENTO	370
C11.7.10	PROCEDURE DI IDENTIFICAZIONE, QUALIFICAZIONE E ACCETTAZIONE – CENTRI DI LAVORAZIONE	370
C11.7.10.1	FABBRICANTI E CENTRI DI LAVORAZIONE	370
C11.7.10.1.1	Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati	371
C11.7.10.2	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE	371
C11.8	COMPONENTI PREFABBRICATI IN C.A. E C.A.P.	372
C11.8.1	GENERALITÀ	372
C11.8.3	CONTROLLO DI PRODUZIONE	373
C11.8.4	PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE	374
C11.8.4.2	QUALIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE IN SERIE DICHIARATA	374
C11.8.4.3	QUALIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE IN SERIE CONTROLLATA	374
C11.8.5	DOCUMENTI DI ACCOMPAGNAMENTO	374
C11.8.6	DISPOSITIVI MECCANICI DI COLLEGAMENTO	374
C11.9	DISPOSITIVI ANTISISMICI E DI CONTROLLO DI VIBRAZIONI	375
C11.9.1	TIPOLOGIE DI DISPOSITIVI	375
C11.9.3	PROCEDURA DI ACCETTAZIONE	376
C11.9.4	DISPOSITIVI A COMPORTAMENTO LINEARE	376
C11.9.5	DISPOSITIVI A COMPORTAMENTO NON LINEARE	376
C11.9.6	DISPOSITIVI A COMPORTAMENTO VISCOSO	377
C11.9.7	ISOLATORI ELASTOMERICI	377
C11.9.7.1	PROVE DI ACCETTAZIONE SUI DISPOSITIVI	378
C11.10	MURATURA PORTANTE	378
C11.10.1	ELEMENTI PER MURATURA	378
C11.10.1.1	PROVE DI ACCETTAZIONE	378
C11.10.1.1.1	Resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali	378
C11.10.1.1.1.1	<i>Resistenza caratteristica a compressione degli elementi nella direzione dei carichi verticali</i>	378
C11.10.1.1.1.2	<i>Resistenza caratteristica a compressione degli elementi nella direzione ortogonale a quella dei carichi verticali e nel piano della muratura</i>	379
C11.10.2	MALTE PER MURATURA	379
C11.10.2.4	PROVE DI ACCETTAZIONE	379
C11.10.3	DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI MECCANICI DELLA MURATURA	380
C11.10.3.2	RESISTENZA CARATTERISTICA A TAGLIO IN ASSENZA DI TENSIONI NORMALI	380
C11.10.3.2.1	Determinazione sperimentale della resistenza a taglio	380

INDICE DELLE TABELLE

Tab. C2.4.I.	- Intervalli di valori attribuiti a V_R al variare di V_N e C_U	41
Tab. C3.2.I	- Valori di T_R espressi in funzione di V_R	46
Tab. C3.2.II	- Valori di P_{VR} e T_R al variare di C_U	47
Tab. C3.3.I	- Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali	55
Tab. C3.3.II	- Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali	55
Tab. C3.3.III	- Edifici rettangolari: c_{pe} per coperture piane	57
Tab. C3.3.IV	- Coefficienti di pressione per coperture piane	57
Tab. C3.3.V	- Coefficienti di pressione per coperture a semplice falda (α in $^\circ$): vento perpendicolare alla direzione del colmo	58
Tab. C3.3.VI	- Coefficienti di pressione per coperture a semplice falda (α in $^\circ$): vento parallelo alla direzione del colmo	59
Tab. C3.3.VII	- Coefficienti di pressione per coperture a semplice falda (α in $^\circ$): vento ortogonale alla direzione del colmo	60
Tab. C3.3.VIII	- Coefficienti di pressione per coperture a semplice falda (α in $^\circ$): vento parallelo alla direzione del colmo	60
Tab. C3.3.IX	- Coefficienti di pressione per coperture a doppia falda (α in $^\circ$): vento in direzione parallela al colmo	61
Tab. C3.3.X	- Coefficienti di pressione per coperture a doppia falda (α in $^\circ$): vento in direzione parallela al colmo	61
Tab. C3.3.XI	- Coefficienti di pressione per coperture a doppia falda: vento in direzione ortogonale al colmo	62
Tab. C3.3.XII	- Suddivisione delle coperture a doppia falda in zone di uguale pressione: vento in direzione parallela al colmo	63
Tab. C3.3.XIII	- Suddivisione delle coperture a doppia falda in zone di uguale pressione: vento in direzione parallela al colmo	64
Tab. C3.3.XIV	- Suddivisione delle coperture a padiglione in zone di uguale pressione: vento in direzione parallela al colmo	65
Tab. C3.3.XV	- Coefficienti di forza per tettoie a semplice falda (α in $^\circ$)	69
Tab. C3.3.XVI	- Coefficienti di forza per tettoie a doppia falda (α in $^\circ$)	70
Tab. C3.3.XVII	- Coefficienti di forza per tettoie a semplice falda (α in $^\circ$)	71
Tab. C3.3.XVIII	- Valori indicativi dei parametri c_{pm} , c_{pb} , α_m e α_b per $k/b \leq 0,5 \cdot 10^{-3}$..	72
Tab. C3.3.XIX	- Valori del coefficiente d'attrito	75
Tab. C3.4.I	- Coefficienti di forma per il carico neve	78
Tab. C4.1.I	- Valori di K e snellezze l/h limite per elementi inflessi di c.a. in assenza di compressione assiale	92
Tab. C4.1.II	- Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione	95
Tab. C4.1.III	- Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione	95
Tab. C4.1.IV	- Copriferrini minimi in mm	97
Tab. C4.1.V	- Classi di resistenza a compressione per il calcestruzzo leggero strutturale	98
Tab. C4.1.VI	- Classi di massa per unità di volume del calcestruzzo di aggregati leggeri ammesse per l'impiego strutturale	99

Tab. C4.2.I	- Valori massimi delle imperfezioni locali	107
Tab. C4.2.II	- Rigidezza a taglio equivalenti di aste tralicciate o calastrellate	112
Tab. C4.2.III	- Disposizione delle imbottiture di connessione tra i profili	113
Tab. C4.2.IV	- Coefficienti di interazione per la verifica di stabilità a pressoflessione di elementi con modesta deformabilità torsionale	116
Tab. C4.2.V	- Coefficienti d'interazione per la verifica di stabilità a pressoflessione di elementi deformabili torsionalmente	116
Tab. C4.2.VI	- Coefficienti correttivi del momento flettente per la verifica di stabilità a pressoflessione deviata	117
Tab. C4.2.VII	- Coefficienti χ_w per il calcolo della resistenza all'instabilità a taglio del pannello	119
Tab. C4.2.VIII	- Larghezza efficace di pannelli compressi con entrambi i bordi longitudinali irrigiditi	122
Tab. C4.2.IX	- Larghezza efficace di pannelli compressi con un solo bordo longitudinale irrigidito	122
Tab. C4.2.X	- Fattori riduttivi β per la larghezza collaborante	124
Tab. C4.2.XI	- Calcolo della larghezza di lamiera collaborante in riferimento alla Figura C4.2.16	127
Tab. C4.2.XII.a	- Dettagli costruttivi per prodotti laminati e estrusi e loro classificazione ($\Delta\sigma$)	136
Tab. C4.2.XII.b	- Dettagli costruttivi per prodotti laminati e estrusi e loro classificazione ($\Delta\tau$)	137
Tab. C4.2.XII.c	- Bulloni sollecitati a taglio ($\Delta\tau$)	137
Tab. C4.2.XII.d	- Dettagli costruttivi per giunti chiodati o bullonati ($\Delta\sigma$)	137
Tab. C4.2.XIII	- Dettagli costruttivi per sezioni saldate ($\Delta\sigma$)	138
Tab. C4.2.XIV	- Dettagli costruttivi per saldature a piena penetrazione ($\Delta\sigma$)	139
Tab. C4.2.XV	- Dettagli costruttivi per attacchi e irrigiditori saldati ($\Delta\sigma$)	140
Tab. C4.2.XVI.a	- Connessioni saldate direttamente sollecitate ($\Delta\sigma$)	141
Tab. C4.2.XVI.b	- Connessioni saldate direttamente sollecitate ($\Delta\tau$)	142
Tab. C4.2.XVII	- Dettagli costruttivi e resistenza a fatica per le vie di corsa di carriponte	142
Tab. C4.2.XIX	- Valori limite dei rapporti larghezza-spessore di profili formati a freddo	146
Tab. C4.2.XX	- Curve di stabilità per profili sottili compressi	153
Tab. C4.3.I	- Classificazione di piattabande compresse in profilati o in sezioni saldate parzialmente rivestiti	162
Tab. C4.3.II	- Altezza massima in mm dell'elemento di acciaio non rivestito	168
Tab. C6.2.I	- Mezzi di indagine e prove geotecniche in sito	194
Tab. C7.2.I	- Valori di q_a per elementi non strutturali	221
Tab. C7.2.II	- Parametri a , b , a_p in accordo con il periodo di vibrazione della costruzione T_1	224
Tab. C7.3.I	- Stati Limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti: descrizione delle prestazioni e corrispondenti verifiche	233

Tab. 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	287
Tab. 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	289
Tab. C8.5.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	294
Tab. 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	295
Tab. C8.5.V	- Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.	296
Tab. C8.5.VI	- Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di acciaio	297
Tab. C8.7.6.3.I	- Raccomandazioni per la valutazione e l'adeguamento di componenti non strutturali esistenti e per l'ancoraggio di componenti non strutturali di nuova installazione al variare della zona sismica	331
Tab. C8.7.6.3.II	- Possibili alternative per la limitazione del rischio di fuoriuscite di gas sotto azioni sismiche	333
Tab. C11.2.6.I	- Fattore di disturbo in funzione della resistenza a compressione delle carote ($H/D = 1$; $d = 100$ mm)	358
Tab. C11.3.4.11.2.I		368

INDICE DELLE FIGURE

Fig. C2.1	- Evoluzione dell'affidabilità strutturale e del periodo di vita nominale in funzione delle strategie d'intervento	40
Fig. C3.2.1 a	- Variabilità di a_g con T_R : andamento medio sul territorio nazionale ed intervallo di confidenza al 95%	44
Fig. C3.2.1 b	- Variabilità di F_o con T_R : andamento medio sul territorio nazionale ed intervallo di confidenza al 95%	45
Fig. C3.2.1 c	- Variabilità di T^*_C con T_R : andamento medio sul territorio nazionale ed intervallo di confidenza al 95%	45
Fig. C3.2.2	- Variazione di R con C_U e P_{VR}	47
Fig. C3.2.3	- Andamento del coefficiente S_S per le componenti orizzontali dell'azione sismica	50
Fig. C3.2.4	- Andamento del coefficiente C_C	50
Fig. C3.3.1	- Valori del coefficiente α_R in funzione del periodo di ritorno T_R , (asse in scala logaritmica)	53
Fig. C3.3.2	- a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare, b) Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravento, sottovento e laterali	54
Fig. C3.3.3	- a) Schema planimetrico di riferimento, b) Suddivisione delle pareti verticali di edificio a pianta rettangolare in zone di uguale pressione (prospetti laterali)	55
Fig. C3.3.4	- Quote di riferimento negli edifici bassi ed alti	56
Fig. C3.3.5	- Schema di riferimento per coperture piane	56
Fig. C3.3.6	- a) Suddivisione delle coperture piane in zone di uguale pressione, b) Altezza di riferimento per coperture piane con parapetti o raccordi (curvi e piani)	57
Fig. C3.3.7	- Schema di riferimento per coperture a semplice falda	58
Fig. C3.3.8	- Coperture a semplice falda: valori del coefficiente c_{pe} : vento perpendicolare alla direzione del colmo	58
Fig. C3.3.9	- Coefficienti di pressione per coperture a semplice falda: vento parallelo alla direzione del colmo	59
Fig. C3.3.10	- Suddivisione delle coperture a semplice falda in zone di uguale pressione	59
Fig. C3.3.11	- Schema di riferimento per coperture a falda doppia	60
Fig. C3.3.12	- Coefficienti di pressione per coperture a doppia falda: falda sottovento con vento in direzione perpendicolare al colmo	61
Fig. C3.3.13	- Coefficienti di pressione per coperture a doppia falda: vento in direzione parallela al colmo	61
Fig. C3.3.14	- Suddivisione delle coperture a falda doppia in zone di uguale pressione	62
Fig. C3.3.15	- Schema delle coperture a padiglione	63
Fig. C3.3.16	- Coefficienti di pressione per coperture a padiglione: falde laterali	63
Fig. C3.3.17	- Suddivisione delle coperture a padiglione in zone di uguale pressione	64
Fig. C3.3.18	- Suddivisione delle coperture a falda multipla	66

Fig. C3.3.19	- a) e b) Schema di riferimento per coperture a volta cilindrica, c) Coefficienti di pressione per coperture a volta cilindrica	67
Fig. C3.3.20	- Differenze nel flusso dell'aria per tettoie con $\phi = 0$ e $\phi = 1$	68
Fig. C3.3.21	- Coefficienti di pressione complessiva per tettoie a semplice falda . .	68
Fig. C3.3.22	- Tettoie a semplice falda: posizione del punto di applicazione della forza risultante in funzione della direzione di provenienza del vento e della direzione della forza	69
Fig. C3.3.23	- Coefficienti di pressione complessiva per tettoie a falda doppia . . .	69
Fig. C3.3.24	- a) Tettoie a doppia falda: posizione del punto di applicazione delle forze risultanti in funzione della direzione della forza – schema per $\alpha > 0^\circ$, b) Tettoie a doppia falda: posizione del punto di applicazione delle forze risultanti in funzione della direzione della forza – schema per $\alpha < 0^\circ$	70
Fig. C3.3.25	- Tettoie a falda multipla: individuazione dei vari elementi	70
Fig. C3.3.26	- Coefficiente di pressione esterna c_{peo}	72
Fig. C3.3.27	- Schema di riferimento per cupole sferiche	73
Fig. C3.3.28	- Travi parallele	74
Fig. C3.4.1	- Adattamento del carico della neve al suolo al variare del periodo di ritorno (coefficiente di variazione $v = 0.6$)	77
Fig. C3.4.2	- Coefficienti di forma per il carico neve	78
Fig. C3.4.3	- Coefficiente di forma per il carico neve - Coperture a più falde . . .	79
Fig. C3.4.4	- Coefficiente di forma per il carico neve - Coperture cilindriche	79
Fig. C3.4.5	- Coefficiente di forma per il carico neve - Coperture adiacenti a costruzioni più alte	80
Fig. C3.4.6	- Coefficienti di forma per il carico neve in corrispondenza di sporgenze ed ostruzioni	81
Fig. C3.4.7	- Neve aggettante dal bordo di una copertura	81
Fig. C4.1.1	- Ridistribuzione dei momenti per travi continue	86
Fig. C4.1.2	- Diagramma delle sollecitazioni e schema dei momenti trasmessi al nodo con momenti d'estremità discordi	87
Fig. C4.1.3	- Diagramma delle sollecitazioni e schema dei momenti trasmessi al nodo con momenti d'estremità concordi	87
Fig. C4.1.4	- Momenti d'estremità di verso opposto: redistribuzione del momento nelle travi	88
Fig. C4.1.5	- Momenti d'estremità di verso concorde: redistribuzione dei momenti nelle travi	88
Fig. C4.1.6	- Diagrammi dei momenti a seguito della redistribuzione dei momenti nelle travi	88
Fig. C4.1.7	- Pressione laterale di confinamento: (a) sezioni circolari, (b) sezioni rettangolari	89
Fig. C4.1.8	- Rapporto tra il volume di calcestruzzo effettivamente confinato e il volume di calcestruzzo racchiuso dalle staffe	90
Fig. C4.1.9	- Legame tensione-deformazione del calcestruzzo confinato con ramo "softening"	90
Fig. C4.1.10	- Area tesa efficace. Casi tipici	93

Fig. C4.1.11	- Ampiezza delle fessure, w , in funzione della posizione rispetto alle barre di armatura	94
Fig. C4.1.12	- Relazione momento-curvatura. Fattore di duttilità di curvatura	96
Fig. C4.1.13	- Modelli $\sigma - \epsilon$ per il calcestruzzo di aggregati leggeri	100
Fig. C4.2.1	- Configurazione deformata di strutture a telaio sotto azioni orizzontali e verticali	105
Fig. C4.2.2	- Imperfezioni globali equivalenti	106
Fig. C4.2.3	- Effetti delle imperfezioni sugli orizzontamenti	106
Fig. C4.2.4	- Sistemi di forze equivalenti alle imperfezioni	107
Fig. C4.2.5	- Forze equivalenti in sistemi di controvento	108
Fig. C4.2.6	- Forze equivalenti nelle giunzioni di elementi o piattabande compresse	108
Fig. C4.2.7	- Aste composte costituite da due correnti uguali	110
Fig. C4.2.8	- Lunghezza di libera inflessione dei correnti di aste tralicciate	112
Fig. C4.2.9	- Schema di calcolo semplificato per un'asta calastrellata	112
Fig. C4.2.10	- Tipologie di aste composte costituite da elementi ravvicinati	113
Fig. C4.2.11	- Trave soggetta a momenti d'estremità	115
Fig. C4.2.12	- Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima	121
Fig. C4.2.13	- Luci equivalenti L_e e coefficienti riduttivi β per travi continue	124
Fig. C4.2.14	- Distribuzione delle tensioni normali dovute al trascinarsi da taglio	125
Fig. C4.2.15	- Lastra irrigidita uniformemente compressa	126
Fig. C4.2.16	- Lastra irrigidita pressoinflessa	127
Fig. C4.2.17	- Lastra irrigidita con due irrigiditori nella parte compressa	130
Fig. C4.2.18	- Schema di calcolo per gli irrigiditori trasversali	130
Fig. C4.2.19	- Metodo del serbatoio	133
Fig. C4.2.20	- Metodo del flusso di pioggia	133
Fig. C4.2.21	- Curve S-N per dettagli/elementi soggetti a tensioni normali	135
Fig. C4.2.22	- Classificazione alternativa $\Delta\sigma_c$ per dettagli classificati come $\Delta\sigma^*_c$...	135
Fig. C4.2.23	- Curve S-N per dettagli/elementi soggetti a tensioni tangenziali	136
Fig. C4.2.24	- Curva S-N per connettori a piolo	143
Fig. C4.2.25	- Incurvamento delle piattabande	146
Fig. C4.2.26	- Determinazione del punto X per la valutazione della larghezza di elementi piani	147
Fig. C4.2.27	- Esempi di determinazione della larghezza b_p	147
Fig. C4.2.28	- Modelli statici per diverse tipologie di elementi piani	148
Fig. C4.2.29	- Elementi piani delimitati da un'anima e da un irrigidimento di bordo	148
Fig. C4.2.30	- Elementi piani delimitati da due anime con irrigidimenti intermedi ...	148
Fig. C4.2.31	- Schematizzazione degli irrigidimenti	149
Fig. C4.2.32	- Schemi di calcolo per la determinazione della costante elastica ...	149
Fig. C4.2.33	- Anime di profili sottili	152
Fig. C4.2.34	- Parametri significativi per i collegamenti	154
Fig. C4.2.35	- Saldature a bottone	154

Fig. C4.2.36	- Saldature oblunghe a bottone	159
Fig. C4.3.1	- Distribuzione delle tensioni plastiche allo SLU per il calcolo del momento resistente positivo	162
Fig. C4.3.2	- Distribuzione delle tensioni plastiche allo SLU per il calcolo del momento resistente negativo	163
Fig. C4.3.3	- Relazione tra il momento resistente della trave e il grado di connessione per connettori a taglio duttili	163
Fig. C4.3.4	- Trave d'acciaio con soletta collaborante	163
Fig. C4.3.5	- Legame tra resistenza della trave e resistenza della connessione ..	164
Fig. C4.3.6	- Distribuzione della sollecitazione di taglio longitudinale nella piattabanda di calcestruzzo	166
Fig. C4.3.7	- Telaio ad U invertita: A-B-C-D	167
Fig. C4.3.8	- Distribuzione plastica delle tensioni: (a) asse neutro nel calcestruzzo sopra la lamiera; (b) asse neutro che taglia la lamiera grecata	169
Fig. C4.3.9	- Diagramma di interazione parziale calcestruzzo lamiera	169
Fig. C4.4.1	- Deformazione per un elemento inflesso	172
Fig. C5.1.1	- Carichi da traffico su muri paraghiaia	186
Fig. C5.1.2	- Veicolo di servizio per ponti di 3 ^a categoria	190
Fig. C5.2.1	- Legame tra resistenza allo scorrimento e scorrimento longitudinale per metro di singolo binario (posa su ballast)	191
Fig. C5.2.2	- Legame tra resistenza allo scorrimento e scorrimento longitudinale per metro di singolo binario (posa diretta con attacco tradizionale indiretto di tipo K)	191
Fig. C5.2.3	- Legame tra resistenza allo scorrimento e scorrimento longitudinale per metro di singolo binario (posa diretta con attacco elastico)	192
Fig. C7.2.1	- Condizioni di regolarità in pianta	216
Fig. C7.2.2	- Condizioni di regolarità in elevazione	217
Fig. C7.2.3	- Spettri di risposta di piano per gli elementi non strutturali	224
Fig. C7.2.4	- Accelerazione massima, normalizzata rispetto ad αS , per i seguenti valori di T_1 : (a) $T_1 = 0,3$ s, (b) $T_1 = 0,6$ s, (c) $T_1 = 0,9$ s, (d) $T_1 = 1,2$ s	225
Fig. C7.2.5	- Dipendenza di α_f dal carico assiale N e dal fattore di comportamento q	226
Fig. C7.3.1	- Sistema e diagramma bilineare equivalente	229
Fig. C7.3.2a	- Spostamento di riferimento per $T^* \geq T_C$	230
Fig. C7.3.2b	- Spostamento di riferimento per $T^* < T_C$	230
Fig. C7.3.3	- Bilinearizzazione equivalente	231
Fig. C7.3.4	- Individuazione del punto di prestazione	232
Fig. C7.3.5	- Diagramma di flusso per la procedura iterativa di ricerca del punto di prestazione	232
Fig. C7.4.1	- Equilibrio dei momenti per il calcolo delle sollecitazioni di taglio di progetto V_{Ed} nelle travi	237
Fig. C7.4.2	- Equilibrio dei momenti per il calcolo delle sollecitazioni di taglio di progetto V_{Ed} nei pilastri	239

Fig. C7.4.3	- Dimensione efficace dei nodi trave-pilastro	240
Fig. C7.4.4	- Strutture a telaio con collegamenti monolitici	242
Fig. C7.4.5	- Strutture con pilastri incastrati alla base ed orizzontamenti ad essi cernierati	242
Fig. C7.4.6	- Strutture monopiano con pilastri secondari collegati con appoggi mobili	242
Fig. C7.5.1	- Configurazioni dissipative di strutture intelaiate: disposizione delle cerniere plastiche, secondo le tipologie esposte nella Tabella 7.3.II del § 7.3.1 delle NTC	243
Fig. C7.5.2	- Dettagli costruttivi di pannelli nodali irrigiditi	245
Fig. C7.5.3	- Definizione dell'area delle sezioni dei controventi tesi, A^+ ed A^- , da utilizzare nella formula [C7.5.3]	245
Fig. C7.5.4	- Dettagli costruttivi degli elementi di connessione	246
Fig. C7.6.1	- Dettagli di armatura in corrispondenza dei nodi trave-colonna	247
Fig. C7.6.2	- Meccanismi attivabili nella soletta: a) Soletta compressa (momento positivo); b) Soletta tesa (momento negativo)	248
Fig. C7.6.3	- Vista in pianta dei meccanismi resistenti attivabili nella soletta compressa (momento positivo)	248
Fig. C7.6.4	- Distribuzione a SLU, sotto azioni sismiche, delle massime resistenze agenti nella soletta del nodo	250
Fig. C7.6.5	- Meccanismo 3 - Connettori a taglio sulle travi secondarie	251
Fig. C7.6.6	- Definizione del braccio di coppia interna z e rappresentazione del puntone di calcestruzzo attivo nell'assorbire le sollecitazioni di taglio	252
Fig. C7.9.1	- Progettazione in capacità delle pile (schema a mensola e a doppio incastro)	259
Fig. C7.10.1	- Strategie di riduzione della domanda mediante isolamento sismico ..	260
Fig. C7.10.2	- Strategie di riduzione della domanda mediante dissipazione di energia	261
Fig. C7.10.2	- Rigidezza risultante del telaio rinforzato con sistema dissipativo	264

AVVERTENZA REDAZIONALE

In questo volume, al posto della mera trasposizione fotografica del testo tratto dalla Gazzetta Ufficiale, che avrebbe comportato un carattere di stampa estremamente piccolo ed in certi casi quasi illeggibile, si è scelto di ricomporre e revisionare l'intera circolare in Redazione.

Ciò ha consentito di mettere a disposizione un volume maggiormente curato e leggibile, di più agevole e chiara consultazione, la cui presentazione editoriale confidiamo sia gradita ai Lettori e soprattutto utile a chi dovrà lungamente studiare e consultare per esigenze professionali sia le NTC 2018 che la Circolare 7/2019. Qualora residuino eventuali piccoli refusi ce ne scusiamo, e invitiamo a segnalarceli in vista di future edizioni del testo.

Tale accurato lavoro redazionale, oltre a mettere in luce alcuni piccoli refusi nel testo pubblicato in Gazzetta Ufficiale, che per la loro palese evidenza sono stati direttamente corretti nel testo, ha altresì evidenziato alcune incongruenze che si ritiene opportuno segnalare, elencandole qui di seguito:

- nel capitolo 2, la numerazione della Figura C2.1 è incoerente;
- nel capitolo 3, in Tabella C3.2.11 la Gazzetta Ufficiale non riporta i valori di C_U nelle prime tre colonne: li abbiamo inseriti redazionalmente desumendoli dalla Circolare del 2009;
- nel capitolo 4, manca la Tabella C4.2.XVIII;
- nel capitolo 7, manca la Figura C7.10.3 (compaiono due Figure C7.10.2);
- nel capitolo 8, nella formula [C8.7.4.4] la Gazzetta Ufficiale non riporta il valore di θ_u : abbiamo inserito redazionalmente il numero 0.9.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



CAPITOLO **C3**

AZIONI SULLE COSTRUZIONI

C3.1 OPERE CIVILI ED INDUSTRIALI

C3.1.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Nel paragrafo 3.1.3 delle NTC si danno indicazioni sui carichi permanenti non strutturali e sulla possibilità di rappresentarli come uniformemente distribuiti, nei limiti dati ai capoversi 3° e 4°. In particolare, vengono mostrate le equivalenze per i divisori con peso per unità di lunghezza non superiore a 5,0 kN/m.

C3.1.4 SOVRACCARICHI

Anzitutto è stato cambiato il titolo del paragrafo, da Carichi variabili, derivato dall'UNI EN 1991-1-1, in Sovraccarichi, più noto da tempo ai Tecnici italiani.

Vi sono poi modifiche alla Tab. 3.1. Il Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni.

Si tratta di modifiche che si muovono nel senso di avvicinare ulteriormente il testo a quello dell'Eurocodice, pur conservando l'impostazione generale precedente.

Per le costruzioni scolastiche si applicano i valori dei sovraccarichi riportati nelle vigenti NTC; il D.M. 18.12.1975, riportante le norme tecniche relative all'edilizia scolastica, non si applica ai sensi dell'articolo 12, comma 5, della Legge 11 gennaio 1996, n. 23.

I valori di progetto indicati nella Tabella 3.1. Il costituiscono valori da adottare in relazione alla destinazione funzionale degli ambienti. In fase di progetto, al fine di tenere conto della possibile futura modifica della destinazione funzionale degli ambienti, può essere opportuno adottare i valori dei sovraccarichi corrispondenti alla pertinente destinazione funzionale più critica.

C3.1.4.1 SOVRACCARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI

Questo nuovo paragrafo appare importante perché consente al Progettista di ridurre l'entità complessiva del sovraccarico verticale da considerare nel progetto sia su elementi orizzontali (ad es. travi) sia su elementi verticali (ad es. pilastri) in funzione della estensione della superficie interessata per le membrature orizzontali, e in funzione del numero di piani per le membrature verticali. In questo modo è possibile tenere conto della ridotta probabilità che si raggiunga il valore caratteristico del sovraccarico su superfici orizzontali sufficientemente estese o su tutti i piani dell'edificio.

Il testo riportato a questo proposito nelle NTC 2018 è ripreso dall'UNI EN 1991-1-1 ed è quindi possibile riferirsi direttamente all'Eurocodice per eventuali chiarimenti.

C3.1.4.2 SOVRACCARICHI VERTICALI CONCENTRATI

Il testo di questo nuovo paragrafo chiarisce il modo di effettuare le verifiche sotto i carichi concentrati precisando le impronte e le altre indicazioni necessarie.

C3.1.4.3 SOVRACCARICHI ORIZZONTALI LINEARI

Malgrado il cambio di numero e di titolo di questo paragrafo, non vi sono significative differenze fra le attuali NTC e le precedenti.

C3.2 AZIONE SISMICA

Il § 3.2, inerente la definizione dell'azione sismica, presenta alcune variazioni introdotte allo scopo di aggiornare approcci e procedure di calcolo all'attuale stato delle conoscenze.

Il dato di partenza per la definizione dell'azione sismica rimane sempre lo studio di pericolosità sismica

italiana di base, i cui risultati sono stati prodotti e messi in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

L'azione sismica è valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie topografica orizzontale, sito per sito e costruzione per costruzione.

Tale approccio, che rappresentava una delle principali novità delle NTC 2008, rimane invariato nell'attuale versione e dovrebbe condurre in media, sull'intero territorio nazionale, ad una significativa ottimizzazione dei costi delle costruzioni antisismiche, a parità di sicurezza.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito un parametro che descrive il moto sismico superi un valore prefissato. Nelle NTC 2018, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" V_R e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" P_{V_R} .

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

Negli sviluppi successivi il sito di riferimento sarà dunque caratterizzato da sottosuolo di categoria A e superficie topografica di categoria T1.

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata P_{V_R} , sono espresse dall'accelerazione massima e dallo spettro di risposta elastico in accelerazione.

È ammessa la possibilità di descrivere il terremoto in forma di storie temporali del moto del terreno, a condizione che esse siano compatibili con le caratteristiche del moto sismico attese. In particolare, per ciascuna P_{V_R} i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali risultano compiutamente definiti gli spettri elastici di risposta:

a_g = accelerazione massima al sito;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di a_g è desunto dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV, mentre F_o e T_c sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

I valori di a_g , F_o e T_c sono riportati negli allegati A e B al decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008 n. 29 e negli eventuali successivi aggiornamenti; di essi si fornisce la rappresentazione in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno T_R , per l'intero territorio nazionale (v. Figure C3.2.1 a, b, c). Si riportano inoltre, in corrispondenza di ciascun valore di T_R , i relativi intervalli di confidenza al 95% valutati con riferimento ad una distribuzione log-normale, per fornire una misura della loro variabilità sul territorio ("variabilità spaziale").

Nel caso di costruzioni di notevoli dimensioni, va considerata l'azione sismica più sfavorevole calcolata sull'intero sito ove sorge la costruzione e, ove fosse necessario, la variabilità spaziale del moto di cui al § 3.2.5.

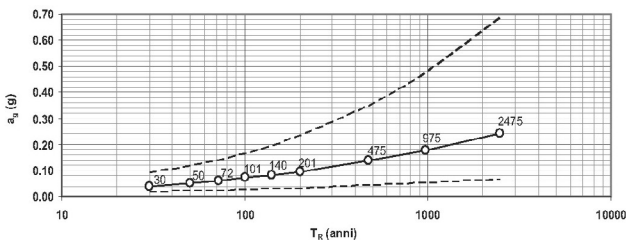


Figura C3.2.1 a - Variabilità di a_g con T_R : andamento medio sul territorio nazionale ed intervallo di confidenza al 95%

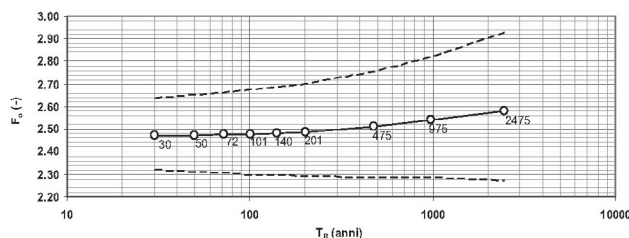


Figura C3.2.1 b - Variabilità di F_o con T_R : andamento medio sul territorio nazionale ed intervallo di confidenza al 95%

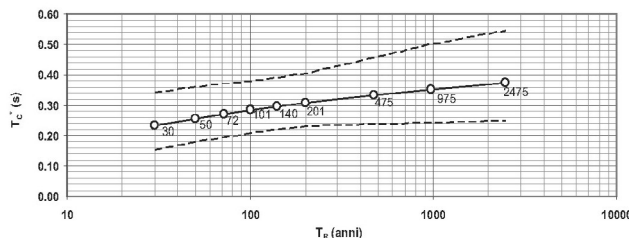


Figura C3.2.1 c - Variabilità di T_c^* con T_R : andamento medio sul territorio nazionale ed intervallo di confidenza al 95%

C3.2.1 STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

In un quadro operativo finalizzato a sfruttare al meglio la puntuale definizione della pericolosità di cui si dispone, si è ritenuto utile consentire, quando opportuno, il riferimento a 4 stati limite per l'azione sismica.

Ci si riferisce dunque a due **Stati Limite di Esercizio (SLE)**, lo **Stato Limite di immediata Operatività (SLO)**, particolarmente utile come riferimento progettuale per le opere che debbono restare operative durante e subito dopo il terremoto (ospedali, caserme, centri della protezione civile, etc.) e lo **Stato Limite di Danno (SLD)** – definito come stato limite da rispettare per garantire inagibilità solo temporanee nelle condizioni post-sismiche, in tal modo articolando le prestazioni della struttura in termini di esercizio.

In modo analogo, ci si riferisce a due **Stati Limite Ultimi (SLU)** facendo seguire allo **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**, individuato definendo puntualmente lo stato limite ultimo, lo **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**, particolarmente utile come riferimento progettuale per alcune tipologie strutturali (strutture con isolamento e dissipazione di energia) e, più in generale, nel quadro complessivo della progettazione antisismica.

I quattro stati limite così definiti, consentono di individuare quattro situazioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, ed al conseguente progressivo superamento dei quattro stati limite ordinati per azione sismica crescente (**SLO, SLD, SLV, SLC**), fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento all'insieme di struttura, elementi non strutturali ed impianti, per individuare così univocamente ed in modo quasi "continuo" le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

Ai quattro stati limite sono attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC) valori della probabilità di superamento P_{VR} pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, valori che restano immutati quale che sia la classe d'uso della costruzione considerata; tali probabilità, valutate nel periodo di riferimento V_R proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente.

Viene preliminarmente valutato il periodo di riferimento V_R della costruzione (espresso in anni), ottenuto come prodotto tra la vita nominale V_N fissata all'atto della progettazione ed il coefficiente d'uso C_U che compete alla classe d'uso nella quale la costruzione ricade (v. § 2.4 delle NTC). Si ricava poi, per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , il periodo di ritorno T_R del sisma. Si utilizza a tal fine la relazione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -C_U \cdot V_N / \ln(1 - P_{VR}) \quad [C.3.2.1]$$

ottenendo, per i vari stati limite, le espressioni di T_R in funzione di V_R riportate nella Tabella C3.2.I.

Tabella C3.2.I - Valori di T_R espressi in funzione di V_R

Stati Limite	Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R	
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	⁽¹⁾ 30 anni $\leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475$ anni ⁽¹⁾

⁽¹⁾ I limiti inferiore e superiore di T_R fissati nell'allegato A al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 pubblicato nel S.O. alla Gazzetta ufficiale del 4 febbraio 2008 ed eventuali successivi aggiornamenti sono dovuti all'intervallo di riferimento della pericolosità sismica oggi disponibile; per opere speciali possono considerarsi azioni sismiche riferite a T_R più elevati.

Alla base dei risultati così ottenuti è la strategia progettuale che impone, al variare del periodo di riferimento V_R , la costanza della probabilità di superamento P_{VR} di ciascuno degli stati limite considerati (*strategia progettuale di norma*).

È immediato constatare (v. formula [C.3.2.1]) che, imponendo $P_{VR} =$ costante al variare di C_U , si ottiene [$T_R = -C_U \cdot V_N / \ln(1 - P_{VR}) = -C_U \cdot V_N /$ costante] e dunque, a parità di V_N , T_R varia dello stesso fattore C_U per cui viene moltiplicata V_N per avere V_R .

Fissata la vita nominale V_N della costruzione e valutato il periodo di ritorno $T_{R,1}$ corrispondente a $C_U = 1$, si ricava il T_R corrispondente al generico C_U dal prodotto $C_U \cdot T_{R,1}$. **Al variare di C_U , T_R e V_R variano con legge uguale.**

Strategie progettuali alternative a quella ora illustrata, sono ipotizzabili ⁽²⁾.

Al riguardo le NTC, alla fine del § 3.2.1, recitano "Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di P_{VR} forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere."

È evidente che la riduzione delle probabilità di superamento attribuite ai vari stati limite non può essere arbitraria ma deve allinearsi a precisi concetti di teoria della sicurezza; in particolare si possono eventualmente accrescere i livelli di protezione nei confronti degli Stati Limite di Esercizio, mentre i livelli di protezione nei confronti degli Stati Limite Ultimi (più direttamente legati alla sicurezza) possono restare sostanzialmente immutati perché già ritenuti sufficienti dalla normativa.

Per rispettare le limitazioni testé citate, al variare della classe d'uso e del coefficiente C_U , si può utilizzare C_U non per aumentare V_N , portandola a V_R , ma per ridurre P_{VR} .

In tal caso si ha $T_R = -V_N / \ln(1 - P_{VR} / C_U)$; detto $T_{R,a}$ il periodo di ritorno ottenuto con la strategia progettuale di norma e $T_{R,b}$ il periodo di ritorno ottenuto con la strategia progettuale appena illustrata, il rapporto R tra i due periodi di ritorno varrebbe:

$$R = \frac{T_{R,b}}{T_{R,a}} = \frac{-V_N / \ln(1 - P_{VR} / C_U)}{-C_U \cdot V_N / \ln(1 - P_{VR})} = \frac{\ln(1 - P_{VR})}{C_U \cdot \ln(1 - P_{VR} / C_U)} \quad [C.3.2.2]$$

ed avrebbe, al variare di C_U e P_{VR} , gli andamenti riportati nel grafico successivo.

⁽²⁾ Si veda al riguardo EN 1998-1, § 2.1, punto 4.

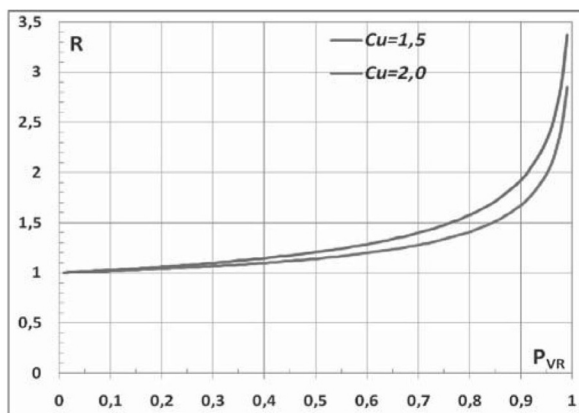


Figura C3.2.2 - Variazione di R con C_U e P_{VR}

Constatato che, con la strategia ipotizzata, si rispettano le condizioni preliminarmente indicate come irrinunciabili (sostanziale costanza di T_R , dunque protezione sostanzialmente immutata, per i valori di P_{VR} relativi agli SLU ossia per $P_{VR} \leq 10\%$, e significativa crescita di T_R , dunque protezione significativamente incrementata, per i valori di P_{VR} relativi agli SLE ossia per $P_{VR} \geq 60\%$) si può poi passare a valutare come applicare la indicazione di norma, ossia come modificare le P_{VR} .

Per trovare come modificare, al variare di C_U , i valori di P_{VR} nel periodo di riferimento V_R per ottenere gli stessi valori di T_R suggeriti dalla strategia ipotizzata, basta imporre $R = 1$ nella formula [C.3.2.2] ed indicare con P_{VR}^* i nuovi valori di P_{VR} , così ottenendo:

$$R = 1 = \frac{\ln(1 - P_{VR}^*)}{C_U \cdot \ln(1 - P_{VR} / C_U)} \Rightarrow \ln(1 - P_{VR}^*) = C_U \cdot \ln(1 - P_{VR} / C_U) \Rightarrow P_{VR}^* = 1 - (1 - P_{VR} / C_U)^{C_U} \quad [C.3.2.3]$$

È così possibile ricavare, al variare di C_U , i valori di P_{VR}^* a partire dai valori di P_{VR} ; tali valori sono riportati, insieme ai valori di T_R corrispondenti, nella Tabella C.3.2.II. Adottando la strategia ipotizzata, al crescere di C_U i valori dei P_{VR}^* corrispondenti agli **Stati Limite di Esercizio (SLE)** si **riducono sensibilmente ed i corrispondenti T_R crescono**, mentre i valori dei P_{VR}^* corrispondenti agli **Stati Limite Ultimi (SLU)** ed i corrispondenti T_R , **sostanzialmente non variano**.

Tabella C3.2.II - Valori di P_{VR}^* e T_R al variare di C_U

Stati Limite		Valori di P_{VR}^*			Valori di T_R corrispondenti		
		$C_U = 1,0$	$C_U = 1,5$	$C_U = 2,0$	$C_U = 1,0$	$C_U = 1,5$	$C_U = 2,0$
SLE	SLO	81,00%	68,80%	64,60%	$0,60 \cdot V_R$	$0,86 \cdot V_R$	$0,96 \cdot V_R$
	SLD	63,00%	55,83%	53,08%	V_R	$1,22 \cdot V_R$	$1,32 \cdot V_R$
SLU	SLV	10,00%	9,83%	9,75%	$9,50 \cdot V_R$	$9,66 \cdot V_R$	$9,75 \cdot V_R$
	SLC	5,00%	4,96%	4,94%	$19,50 \cdot V_R$	$19,66 \cdot V_R$	$19,75 \cdot V_R$

Per le cifre in corsivo si veda l'Avvertenza redazionale a pag. 25.

Se dunque la protezione nei confronti degli **SLE** è di prioritaria importanza, si possono sostituire i valori di P_{VR} con quelli di P_{VR}^* , così conseguendo una miglior protezione nei confronti degli **SLE**. La strategia progettuale testé ipotizzata, peraltro, conduce ad un'opera decisamente più costosa e **dunque è lecito adottarla unicamente nei casi in cui gli SLE siano effettivamente di prioritaria importanza**.

Ottenuti i valori di T_R corrispondenti ai quattro stati limite considerati (utilizzando, a seconda dei casi, la **strategia progettuale a o b**) si possono infine ricavare, al variare del sito nel quale la costruzione sorge ed utilizzando i dati riportati negli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 e eventuali successivi aggiornamenti, l'accelerazione del suolo a_g e le forme dello spettro di risposta di progetto per ciascun sito, costruzione, situazione d'uso, stato limite.

C3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Le condizioni del sito di riferimento rigido non corrispondono, in generale, alle condizioni reali. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si denomina "risposta sismica locale" l'azione sismica che emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido. Per individuare in modo univoco la risposta sismica si assume come "superficie" il "piano di riferimento" così come definito, per le diverse tipologie strutturali, al § 3.2.2 delle NTC.

Le modifiche sopra citate corrispondono a:

- *effetti stratigrafici*, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno,
- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno è dovuta alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati oppure eseguendo specifiche analisi. I metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico di risposta; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante storie temporali del moto del terreno.

Nei metodi semplificati è possibile valutare gli effetti stratigrafici e topografici. In tali metodi si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella Tabella 3.2.II delle NTC (A, B, C, D, E) e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV delle NTC (T1, T2, T3, T4). In questo caso, la valutazione della risposta sismica locale consiste nella modifica dello spettro di risposta in accelerazione del moto sismico di riferimento, relativo all'affioramento della formazione rocciosa (categoria di sottosuolo A) su superficie orizzontale (categoria topografica T1).

L'identificazione della categoria del sottosuolo è basata sulla descrizione stratigrafica e sui valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_S . Ai fini della valutazione semplificata della risposta sismica locale, nelle NTC, non è più consentita la classificazione del sottosuolo sulla base del parametro N_{SPT30} per i terreni a grana grossa e C_{U30} per i terreni a grana fine. Le NTC richiedono, quindi, che la categoria di sottosuolo sia stabilita sulla base del profilo V_S . La misura diretta di V_S attraverso specifiche indagini geofisiche è in ogni caso preferibile, essendo consentita, in alternativa, la definizione del profilo V_S attraverso il ricorso a correlazioni empiriche "di comprovata affidabilità" solo per il metodo semplificato ed in ipotesi residuali, stante la maggiore incertezza che caratterizza la determinazione di V_S con le citate correlazioni empiriche. In caso di utilizzo di correlazioni empiriche è comunque raccomandabile non limitarsi all'uso di un singolo modello empirico, al fine di consentire una stima dell'incertezza legata al carattere regionale di tali correlazioni e alla conseguente elevata dispersione dei relativi dati sperimentali.

Fatta salva la necessità di estendere le indagini geotecniche nel volume significativo di terreno interagente con l'opera, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ definita mediante la media armonica [3.2.1] delle NTC ([C.3.2.4]).

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{j=2}^N \frac{h_j}{V_{S,j}}} = \frac{\sum_{j=1}^N h_j}{\sum_{j=1}^N \frac{h_j}{V_{S,j}}} \quad [C.3.2.4]$$

La velocità equivalente è ottenuta imponendo l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio in un terreno omogeneo equivalente di spessore pari ad H. Dove H è la profondità del substrato definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido caratterizzato da valori di V_S non inferiori ad 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$ ottenuto ponendo $H = 30$ m nell'equazione [3.2.1] - [C.3.2.4] e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Derivando da una media armonica, la velocità equivalente assume valori differenti da quelli ottenuti dalla media arit-